

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Blida
Institut d'Agronomie

Thèse

en vue de l'obtention du Diplôme
de magister en sciences agronomiques
Option : Productions animales



Thème

**Comparaison entre deux souches de lapins
de chair INRA (1029 - 1077) sur la fertilité,
la prolificité et ses composantes biologiques**

Présentée par Mme ZERROUKI née DAOUD Nacéra

Devant le jury :

Président	: Mme KHAMMAR F.	Professeur
Directeur	: Mr BERCHICHE M.	Maître de Conférences
Co-directeur	: Mr BOLET G.	Directeur de Recherches
Examineurs	: Mr HAMDI PACHA Y.	Maître de Conférences
	Mr MOUATS A.	Maître de Conférences
	Mr LAFRI	Chargé de cours
	Mr HOUMANI M.	Chargé de cours

Année universitaire : 1997 - 1998

~ AVANT - PROPOS ~

Ce travail a été réalisé à la station d'amélioration génétique des animaux de l'INRA de Toulouse.

Qu'il me soit permis de remercier vivement Madame F. Khammar, Professeur à l'USTHB qui a bien voulu présider le jury et juger ce travail.

A Monsieur Gérard Bolet, codirecteur de thèse de Recherches, je lui exprime ma profonde gratitude pour l'accueil qu'il m'a toujours réservé dans son laboratoire. Je le remercie vivement de m'avoir confié ce genre de travail dont il est l'instigateur tout en me laissant une grande liberté d'initiative dans l'orientation de mes recherches. Ses précieux conseils et sa rigueur scientifique ont pour moi valeur d'exemple.

A Monsieur Berchiche M., Maître de conférence en Zootechnie et responsable du laboratoire de physiologie et nutrition animale à l'Université Mouloud Mammeri, pour m'avoir permis de profiter de sa collaboration avec l'équipe de recherche de l'INRA de Toulouse pour réaliser ce travail, et qui m'a guidé tout au long de ce travail, qu'il trouve ici l'expression de mes remerciements sincères.

Je remercie également Monsieur H. De-Rochambeau, Directeur de la SAGA INRA de Toulouse et Monsieur F. Lebas, Directeur du laboratoire de recherches sur l'élevage du lapin, pour toute leur aide, leurs conseils très précieux et l'intérêt qu'ils ont toujours porté à ce travail en acceptant de me recevoir.

Nos vifs remerciements vont à Mr Hamdi Pacha, Maître de conférence à l'université de Constantine, Mr Mouats, Maître de conférence à l'INFSA, Mr Lafiri, chargé de cours à l'Institut vétérinaire de l'Université de Blida ainsi que Mr Houmani, chargé de cours en Zootechnie à l'Université de Blida, d'avoir accepté de juger ce travail en faisant partie du jury de cette thèse.

J'adresse mes remerciements à toute l'équipe de la SAGA, notamment, Mme Michelle Theau-Clément, Mr Jacques Falieres , Jean Esparbié sans oublier Valéry Kerdiles pour leur aide précieuse à tout moment.

Ma profonde reconnaissance s'adresse à mon époux Arezki et mes enfants Mohamed Amine et Mohamed Yacine. Leur aide morale dans les moments difficiles a été pour moi d'un grand réconfort, je leur dédie cette thèse.

RESUME

Une étude comparative entre deux souches de lapins de chair INRA 1029, souche maintenue en population fermée sans sélection et la souche INRA 1077, sélectionnée sur la taille de portée au sevrage, a été réalisée à la station d'amélioration génétique des animaux (INRA) de Toulouse. Les femelles sont conduites en insémination artificielle, avec un rythme semi intensif (intervalle mise bas – saillie est égal à 10 jours). Une endoscopie a été effectuée 10 jours après insémination afin de compter les corps jaunes sur les deux ovaires et les embryons dans les deux cornes utérines. Les caractères analysés sont la réceptivité, la fertilité, la prolificité et ses composantes, ainsi que le poids des femelles à l'insémination.

Les femelles 1029 enregistrent des taux de fertilité et de mise bas inférieurs aux taux calculés chez les femelles 1077. L'analyse de la prolificité et ses composantes révèle des écarts très significatifs entre les deux souches (2,21 corps jaunes totaux et 1,17 embryons totaux, $p < 0,001$). Les taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale sont en moyenne plus élevés chez la souche 1029, aboutissant à des tailles de portée à la naissance comparables entre les deux types génétiques (les écarts sont de 0,51 nés vivants et 0,71 nés totaux).

Les mâles 1029 et 1077 permettent des taux de fertilité et de mises bas comparables. Par contre le croisement des femelles 1029 avec des mâles 1077 et des femelles 1077 avec des mâles 1029 entraîne une chute des performances de reproduction. La taille de portée et ses composantes est de même niveau pour les quatre types génétiques 1029*1029, 1029*1077, 1077*1029 et 1077*1077. Les mâles n'influencent pas la prolificité des femelles.

L'état physiologique des femelles qui est une interaction entre la réceptivité et l'état d'allaitement, montre un effet très significatif sur la fertilité et les mises bas. Les femelles non réceptives allaitantes enregistrent les taux de fertilité et de mises bas les plus faibles (22,61% et 18,58%). La prolificité et ses composantes est de même niveau pour les quatre groupes de femelles.

Les taux de réceptivité, de fertilité et de mises bas diminuent avec le numéro d'insémination. Les femelles nullipares sont plus réceptives et enregistrent les taux de fertilité et de mises bas les plus élevés par rapport aux multipares et primipares. Par contre la prolificité et ses composantes augmentent avec le numéro de portée. Les multipares ovulent plus et implantent un nombre d'embryons plus élevé que les nullipares. Elles enregistrent des effectifs en nés vivants et nés totaux supérieurs.

Des corrélations positives sont déterminées entre la taille de portée à la naissance et les composantes de la prolificité. Des coefficients négatifs sont calculés entre le taux de survie prénatale et le nombre d'embryons, les taux de survies embryonnaire et fœtale (-0,18, -0,15 et -0,10).

Le poids des femelles à l'insémination est de même niveau pour les deux types génétiques. Le poids adulte est atteint vers la troisième – quatrième insémination.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
<i>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE</i>	3
I. SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES SUR LA REPRODUCTION CHEZ LE LAPIN.....	4
1. ANATOMIE DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR FEMELLE.....	4
2. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION	5
2.1. Cycle sexuel et réceptivité.....	5
2.2. Croissance folliculaire.....	7
2.3. Ovulation	8
2.4. développement fœtale et embryonnaire.....	9
2.5. Taille de portée.....	10
II. FACTEURS DE VARIATION DES CARACTÈRES DE REPRODUCTION LIÉS À	
L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE DE LA LAPINE.....	11
1. LES CARACTÈRES DE REPRODUCTION	11
2. FACTEURS DE VARIATION LIÉS À L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE DE LA LAPINE	12
2.1. La réceptivité.....	12
2.2. Allaitement	14
2.3. La parité.....	18

III. LA VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE ET RELATION ENTRE LA TAILLE DE PORTÉE ET SES COMPOSANTES	20
1. VARIABILITÉ INTRA RACE ET SOUCHE: HÉRITABILITÉ	20
2. VARIABILITÉ ENTRE RACES ET SOUCHES - LE CROISEMENT.....	23
3. RELATION ENTRE LA TAILLE DE PORTÉE ET SES COMPOSANTES.....	25
 <i>PARTIE EXPÉRIMENTALE</i>	28
 I. MATÉRIELS ET MÉTHODES.....	30
1. MATÉRIEL ANIMAL ET CONDUITE DES ANIMAUX	30
1.1. Les animaux.....	30
1.1.1. Caractéristiques des souches 1077 et 1029	30
2. PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL	34
2.1. Conduite d'élevage.....	34
2.2. Description des techniques d'insémination et d'endoscopie.....	35
2.2.1. L'insémination artificielle	35
2.2.2. La technique d'endoscopie	40
3. MESURES RÉALISÉES.....	42
4. MODÈLES STATISTIQUES.....	47
4.1. Les caractères analysés.....	47
4.2. Modèles d'analyse statistique.....	48

II. RÉSULTATS	52
1. ANALYSE DE LA RÉCEPTIVITÉ DES FEMELLES.....	52
1.1. Effet du type génétique de la femelle (tableau 5).....	52
1.2. Effet de l'allaitement.....	55
1.3. Effet du numéro d'insémination.....	55
2. ANALYSE DES TAUX DE FERTILITÉ ET DE MISES BAS.....	57
2.1. Effet du type génétique de la femelle.....	57
2.2. Effet du type génétique du mâle.....	58
2.3. Effet du numéro d'insémination.....	60
2.4. Effet de l'état physiologique des femelles (tableau 5).....	61
3. ANALYSE DE LA PROLIFICITÉ À LA NAISSANCE	62
3.1. Effet du type génétique de la femelle.....	62
3.2. Effet du type génétique du mâle.....	63
3.3. Effet du numéro de portée.....	66
3.4. Effet de l'état physiologique des femelles.....	67
4. ANALYSE DES COMPOSANTES DE LA PROLIFICITÉ	68
4.1. Effet du type génétique de la femelle.....	71
4.2. Effet du type génétique du mâle (figures 22 et 23).....	72
4.3. Effet du numéro de portée.....	73
4.4. Effet de l'état physiologique des femelles.....	75

5. CORRÉLATIONS ENTRE LA TAILLE DE PORTÉE ET SES COMPOSANTES BIOLOGIQUES ..	77
6. ANALYSE DU POIDS DES FEMELLES À L'INSÉMINATION	79
6.1. Effet du type génétique de la femelle	80
6.2. Effet du numéro d'insémination	80
6.3. Effet de l'allaitement	81
7. AGE DES FEMELLES À LA DERNIÈRE INSÉMINATION	83
III. DISCUSSION	85
1. EFFET DU TYPE GÉNÉTIQUE FEMELLE.....	85
1.1. Sur l'âge des femelles à la dernière insémination	85
1.2. Sur la réceptivité.....	85
1.3. Sur la fertilité et le taux de mises bas	86
1.4. Sur Les composantes de la prolificité.....	87
1.5. Taille de portée à la naissance	88
1.6. Sur le poids des femelles à l'insémination	89
2. EFFET DU TYPE GÉNÉTIQUE MÂLE.....	90
2.1. Sur la fertilité et le taux de mise bas.....	90
2.2. Sur les composantes de la prolificité	91
2.3. Sur la prolificité à la naissance	92
3. EFFET DE L'ÉTAT PHYSIOLOGIQUE DES FEMELLES.....	92
3.1. Effet de l'allaitement sur la réceptivité	92

3.2. Sur la fertilité et le taux de mise bas.....	93
3.3. Sur les composantes de la taille de portée.....	95
3.4. Sur la prolificité à la naissance.....	96
4. EFFET DU NUMÉRO D'INSÉMINATION ET DU NUMÉRO DE PORTÉE.....	97
4.1. Sur la réceptivité.....	97
4.2. Sur la fertilité et le taux de mises bas.....	97
4.3. Sur les composantes de la prolificité.....	98
4.4. Sur la taille de portée à la naissance.....	98
4- 5- Sur le poids des femelles à la saillie.....	99
5. RELATION ENTRE LA TAILLE DE PORTÉE ET SES COMPOSANTES.....	99
<i>CONCLUSION</i>.....	103
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>.....	107

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

- Figure 1** : Anatomie de l'appareil génital femelle (Lebas, 1994).
- Figure 2** : Evolution des taux de réceptivité pendant la lactation (moyennes de 8 références).
- Figure 3** : Performances de reproduction. Ecart entre les lapines allaitantes et les lapines non allaitantes.
- Figure 4** : Rôles génétiques respectifs d'un mâle et d'une femelle sur la taille de portée au sevrage chez le lapin (Matheron et Mauléon, 1979).
- Figure 5** : Plan d'accouplement des souches sélectionnées à l'INRA (De-Rochambeau, 1990).
- Figure 6** : Schéma de constitution de la souche « hyperféconde ».
- Figure 7** : Taux de réceptivité pour les deux types génétiques femelles.
- Figure 8** : Effet de l'allaitement sur le taux de réceptivité des femelles.
- Figure 9** : Taux de réceptivité en fonction du numéro d'insémination.
- Figure 10** : Taux de fertilité et de mise bas des 2 types génétiques femelles.
- Figure 11** : Taux de fertilité et de mise bas des 2 types génétiques mâles.
- Figure 12** : Taux de fertilité et de mise bas pour les femelles 1029 et 1077 accouplées en pur ou en croisement.
- Figure 13** : Evolution du taux de fertilité et de mise bas avec un numéro d'insémination.
- Figure 14** : Effet de l'état physiologique des femelles sur le taux de fertilité et de mise bas.
- Figure 15** : Taille de portée déterminée dans les 2 types génétiques femelles.
- Figure 16** : Taille de portée à la naissance déterminée dans les 2 types génétiques mâles.
- Figure 17** : Effet du mode d'accouplement sur la taille de portée à la naissance.
- Figure 18** : Evolution de la taille de portée en fonction de la parité.
- Figure 19** : Taille de portée à la naissance en fonction de l'état physiologique des femelles.
- Figure 20** : Composantes de la prolificité en fonction du type génétique des femelles.
- Figure 21** : Taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale en fonction du type génétique femelle.
- Figure 22** : Composantes de la prolificité en fonction du type génétique des mâles.
- Figure 23** : Taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale en fonction du type génétique mâle.
- Figure 24** : Evolution des composantes de la prolificité avec le numéro de portée.
- Figure 25** : Evolution des taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale avec la parité.

Figure 26 : Effet de l'état physiologique des femelles sur les composantes de la prolificité.

Figure 27 : Effet de l'état physiologique des femelles sur les taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale.

Figure 28 : Poids des femelles appartenant aux 2 types génétiques.

Figure 29 : Evolution du poids des femelles avec le numéro d'insémination.

Figure 30 : Effet de l'allaitement sur le poids des femelles.

Tableau 1 : Composantes de la prolificité en fonction du génotype de la femelle et de la parité (d'après Bolet et al., 1991).

Tableau 2 : Caractéristiques de la semence des mâles des souches A1066 et A1077.

Tableau 3 : Estimées des effets génétiques additifs et d'hétérosis, directs, maternels et grands maternels pour les souches INRA 1077 et 2066 (d'après Brun et Rouvier, 1989).

Tableau 4 : Récapitulatif des différents effets considérés dans les deux modèles d'analyse de variance.

Tableau 5 : Part de variabilité du modèle pour les différents caractères analysés et la signification statistique.

Tableau 6 : Performances moyennes des femelles, selon les effets principaux (estimées et l'écart type de l'estimée).

Tableau 7 : Taille de portée à la naissance selon les effets principaux considérés (estimées et l'écart type de l'estimée).

Tableau 8 : Les composantes de la taille de portée, selon les effets principaux considérés (estimées et l'écart type de l'estimée).

Tableau 9 : Analyse de la survie fœtale et de la survie prénatale, selon les effets principaux considérés (estimées et l'écart type de l'estimée).

Tableau 10 : Corrélations résiduelles calculées entre la taille de portée et ses composantes pour les types génétiques 1029 et 1077.

Tableau 11 : Analyse du poids des femelles à la saillie selon les effets principaux considérés.

Tableau 12 : Fréquences de l'âge des femelles (1029 et 1077) à la dernière insémination.

INTRODUCTION

Le lapin (*Oryctolagus cuniculus*), est à la fois un animal de laboratoire et de production (production de viande et de poils). Le mode de reproduction de cet animal est particulier. L'ovulation chez la femelle est provoquée par l'accouplement même un jour post-partum. 30 jours de gestation, 5 à 9 lapereaux par portée, une maturité sexuelle à 4 mois et une durée de vie moyenne de 4 ans. (ROUSTAN, 1992). Toutes ces caractéristiques en font une espèce potentiellement prolifique.

Les études technico-économiques réalisées sur le lapin ont montré que la fertilité et la prolificité des femelles sont les éléments clés de la productivité d'un troupeau, et donc de sa rentabilité. L'amélioration de la reproduction fait partie des objectifs de la sélection. Chez le lapin, l'accent a été surtout mis sur la prolificité (BOLET, 1994a).

Les contrôles de performances réalisés en ferme par l'INRA et l'ITAVI ont permis de sélectionner des animaux ayant des performances de productivité supérieures par rapport à leurs contemporains. Le but est, dans un premier lieu la création d'une nouvelle souche dite hyperféconde, se caractérisant par une bonne fécondité, puis l'analyse de ses performances de productivité, à savoir la taille de portée à la naissance et ses composantes (nombre de corps jaunes et d'embryons), en la comparant avec une souche INRA sélectionnée (la souche INRA 1077, sélectionnée sur la taille de portée au sevrage).

L'utilisation de la souche 1029 en pur ou en croisement permet d'estimer les effets du croisement sur les performances de reproduction et de prolificité, et de définir quel est le meilleur mode d'utilisation de cette souche (en pur ou en croisement).

La première partie de notre étude présente une synthèse des connaissances sur la reproduction, une analyse des résultats des facteurs liés à l'état physiologique des femelles et les effets génétiques sur la fertilité, la prolificité et ses composantes.

Dans la deuxième partie, nous exposons le protocole expérimental de l'étude, nos résultats expérimentaux et enfin, nous discuterons les effets des génotypes de la femelle et du mâle, du croisement ainsi que de l'effet état physiologique des femelles dans la variation des caractères de reproduction et la relation entre les différents paramètres, afin d'évaluer les performances de la souche 1029.

~PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE~

I. SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES SUR LA REPRODUCTION CHEZ LE LAPIN

Du point de vue génétique, la reproduction présente une étape capitale pour la création et la transmission du progrès génétique. Les performances reproductives sont le facteur essentiel de la réussite d'un élevage de lapins. Espèce prolifique à rythme de reproduction intensif, l'amélioration de ces performances nécessite un minimum de connaissances sur la physiologie de la reproduction.

1. ANATOMIE DE L'APPAREIL REPRODUCTEUR FEMELLE

Plusieurs références ont traité les caractéristiques anatomiques et physiologiques de la reproduction chez le lapin (GALLOUIN, 1981 ; LEBAS et al., 1984 ; BOUSSIT, 1989 ; LEBAS, 1994).

Les ovaires sont au nombre de deux, atteignent 1 à 2 cm de dimension. Les oviductes, formés par le pavillon, l'ampoule et l'isthme, sont longs de 10 à 16 cm. L'utérus de la lapine est duplex, deux cornes complètement distinctes débouchent séparément dans le vagin par deux orifices externes. Le vagin qui reçoit les spermatozoïdes lors de la fécondation, s'allonge sur 6 à 10 cm. L'urètre s'ouvre dans la partie médiane du vagin, le vestibule vaginal; au niveau duquel sont situés les glandes de BARTHOLIN et les glandes prénuptiales. Au vestibule vaginal, fait suite la vulve et les lèvres vulvaires (figure 1).

2. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

2.1. CYCLE SEXUEL ET RECEPTIVITE

Contrairement à la plupart des espèces domestiques, la lapine ne présente pas de cycle oestrien avec apparition régulière des chaleurs au cours desquelles l'ovulation a lieu spontanément. Longtemps, elle a été considérée comme une femelle en œstrus plus ou moins permanent.

Sur le plan du comportement, MORET (1980) montre chez les lapines pubères nullipares, l'alternance de phases d'œstrus où la lapine accepte le mâle et de phases de dioestrus où celle-ci le refuse. La durée et la périodicité de ces phases semblent être très variables en fonction des individus, et les facteurs hormonaux qui les déterminent sont mal connus.

Le comportement sexuel de la lapine défini par l'acceptation du mâle apparaît vers l'âge de 10 à 12 semaines mais n'entraîne pas l'ovulation. Cet âge varie en fonction de la race et du développement corporel de l'animal. Les races de petit ou moyen format sont plus précoces (4 à 6 mois) que les races de grand format (5 à 8 mois). Les lapines sont pubères lorsqu'elles atteignent 70 à 75 % du poids adulte (BOUSSIT, 1989 ; LEBAS, 1994).

Une lapine est dite réceptive lorsqu'elle adopte la position de lordose et accepte l'accouplement (THEAU-CLEMENT, 1994). L'acceptation du mâle correspondrait à la présence à la surface de l'ovaire, de follicules pré-ovulatoires ou de follicules de grande taille (diamètre supérieur à 1,5 mm) qui sont responsables de la sécrétion d'œstrogènes (LEFEVRE et CAILLOL, 1978 ; KERMABON et al., 1994).

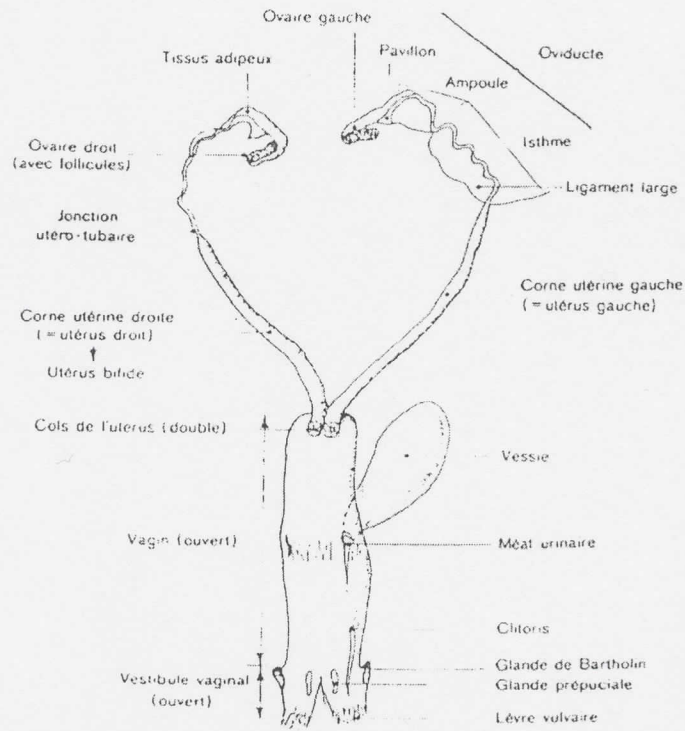


Figure 1 : Anatomie de l'appareil génital femelle (LEBAS, 1994)

FORTUN (1994), rapporte que l'acceptation du mâle est sous la dépendance de stéroïdes ovariens. Les œstrogènes et les androgènes favorisent l'acceptation du mâle (BEYER et MAC DONALD , 1973 ; ELSAESSER, 1980) tandis que la progestérone, dont le rôle n'est pas totalement établi, aurait un effet dépressif (STOUFFLET et CAILLOL, 1988).

Plusieurs auteurs ont étudié la relation entre la couleur de la vulve et le comportement sexuel des femelles (PRUD'HON, 1970 ; DELAVEAU, 1978 ; CAILLOL et al., 1982 ; PLA et al., 1984 ; QUESTEL 1984 ; DIAZ et al., 1988 ; THEAU-CLEMENT et ROUSTAN,1992 ; ROUSTAN et MAILLOT, 1992). Ils ont mis en évidence un effet de la couleur de la vulve sur le comportement des femelles au moment de l'accouplement. Les femelles à vulve blanche ont un taux de fertilité inférieur à 40% alors que celui des femelles à vulve rouge est supérieur à 60% (THEAU-CLEMENT et ROUSTAN ,1992 ; THEAU-CLEMENT, 1994).

2.2. CROISSANCE FOLLICULAIRE

Chez la lapine, la différenciation sexuelle a lieu au 16^{ème} jour de la fécondation. Les divisions ovogoniales commencent le 21^{ème} jour de la vie fœtale et se poursuivent jusqu'à la naissance. Les follicules primordiaux apparaissent dès le 13^e jour après la naissance. La croissance de l'ovocyte, la multiplication des cellules de la granulosa et le développement de l'antrum déterminent la croissance folliculaire (PRUD'HON, 1975 ; BOLET et al., 1990b), elle est sous la dépendance de la Follicule Stimulating Hormone (FSH).

L'évolution des follicules à antrum en follicules de De-Graaf coïncide avec le développement de l'ovaire et de l'utérus. Sous l'action de la Luteinizing Hormone (LH), les ovules sont libérés et en l'absence d'accouplement, les follicules persistent à la surface de l'ovaire 7 à 10 jours puis régressent et seront remplacés par d'autres.

Chez le mâle, la différenciation des ébauches sexuelles apparaît au 15^{ème} jour de la vie embryonnaire ; les premières manifestations du comportement sexuel apparaissent vers 8 à 10 semaines. Les premières éjaculations contenant des spermatozoïdes vers 112 jours (PRUD'HON, 1975; MAY et al., 1975). L'aptitude du mâle à saillir la femelle commence à l'âge de 4 mois (PRUD'HON, 1975).

2.3. OVULATION

Chez la lapine, l'ovulation est provoquée par l'accouplement, elle a lieu 10 à 12 heures plus tard (BOLET et al., 1990). En insémination artificielle, l'ovulation est induite au moment de l'insémination par l'injection en intramusculaire d'hormone hypothalamique de synthèse, la GnRH (ou analogue). Celle-ci entraîne la libération des hormones hypophysaires FSH et LH (THEAU-CLEMENT et ROUSTAN, 1992 ; THEAU-CLEMENT, 1994). Le nombre d'ovules pondus par les deux ovaires est variable, allant de 10 à 15, voire plus (PRUD'HON, 1975). Il dépend de la race, de la saison et de l'âge des animaux (HULOT et MATHERON, 1981).

Après ovulation, les ovules libérés peuvent ne pas se développer soit par l'absence de fécondation (chevauchement entre les lapines par exemple), soit par déficience de cette dernière (mâle stérile, mauvaise qualité de la semence), entraînant ainsi le phénomène de pseudogestation (ROUSTAN, 1992).

Les follicules de De-Graff se transforment en quelques heures en corps progestatifs, ils se maintiennent de 15 à 19 jours empêchant toute nouvelle ponte ovulaire. En insémination artificielle, Les ovulations sans fécondation peuvent atteindre 20 à 30 % des lapines inséminées et ayant reçu une injection de GNRH (LEBAS, 1994).

La durée de gestation est de 31 jours plus ou moins 2 jours. Elle est d'autant plus longue que l'effectif de la portée est faible. Une lapine gestante peut accepter l'accouplement cependant une saillie éventuelle pendant la gestation n'a aucun effet néfaste sur les embryons portés (LEBAS, 1994).

2.4. DEVELOPPEMENT FETALE ET EMBRYONNAIRE

Au cours de sa descente, l'ovule fécondé commence ses divisions cellulaires, arrive à l'utérus au stade blastocyste. Une différenciation de la muqueuse utérine commence afin de préparer l'implantation de l'œuf. L'implantation proprement dite a lieu au 7^{ème} jour après l'accouplement, le développement des embryons est lié à la capacité utérine de la lapine (FAYOS et al, 1994).

La mortalité embryonnaire et fœtale est estimée par la différence entre le taux d'ovulation et le nombre de jeunes à un stade donné ou à la naissance (BOLET et al., 1992 ; FORTUN, 1994).

PRUD'HON (1975) montre que la mortalité totale est de 30% des ovules émis et que la grande partie de mortalité a lieu entre la fécondation et l'implantation. Les raisons sont essentiellement dues à la qualité des sécrétions utérines et à une baisse de fécondité due à la mauvaise qualité du sperme ou de l'ovocyte (FAYOS et al., 1994 ; BOLET et THEAU-CLEMENT, 1994).

2.5. TAILLE DE PORTEE

La taille de portée à la naissance résulte d'un équilibre entre trois composantes : le nombre d'ovules pondus, leur fécondation et leur viabilité après fécondation (BOLET et al.,1990 ; 1994a). Le nombre de lapereaux par portée se situe entre 3 et 14 (extrêmes de 1 à 20) et varie selon le format des animaux (ROUSTAN,1992).

II. FACTEURS DE VARIATION DES CARACTERES DE REPRODUCTION LIES A L' ETAT PHYSIOLOGIQUE DE LA LAPINE

1. LES CARACTERES DE REPRODUCTION

La vie productive d'une femelle débute lors de sa mise à la reproduction, elle désigne sa production pendant un intervalle de temps. DE-ROCHAMBEAU (1990), souligne que cette production dépend de plusieurs composantes : l'âge à la mise à la reproduction, l'âge à l'élimination, la fertilité et la prolificité.

la fertilité se définit comme le pourcentage de femelles mettant bas par rapport aux femelles saillies ; c'est également le nombre de palpations positives rapportées aux nombres de saillies ou d'inséminations artificielles effectuées (BOUSSIT, 1989 ; BLOCHER et FRANCHET, 1990 ; THEAU-CLEMENT et al., 1992). La fertilité dépend de l'aptitude de la femelle à être fécondée et également du rythme de reproduction imposé.

La prolificité est le nombre de lapereaux nés par mise bas. Elle est le produit du taux d'ovulation par la survie prénatale.

Le taux d'ovulation (TO), est le nombre d'ovules pondus par l'ovaire. Il peut être estimé soit directement par le comptage du nombre d'ovules pondus par l'ovaire, soit de façon indirecte, par le comptage des corps jaunes après ovulation.

La survie embryonnaire (ES), est le pourcentage d'embryons implantés sur le nombre total de corps jaunes.

La survie fœtale (FS), est le rapport entre le nombre de nés totaux sur le nombre de fœtus vivants durant la deuxième moitié de gestation, elle dépend du nombre d'embryons et de la capacité utérine de la lapine. Le produit de la survie embryonnaire par la survie fœtale est la survie prénatale (PS).

Le produit de la fertilité par la prolificité est la fécondité; elle se définit comme un nombre de lapereaux par femelle saillie.

Toutes ces composantes sont liées entre elles et sont soumises à l'effet de plusieurs facteurs, entre autre les facteurs liés à l'état physiologique des femelles.

2 . FACTEURS DE VARIATION LIES A L' ETAT PHYSIOLOGIQUE DE LA LAPINE

Une part de la variabilité des performances peut être expliquée par l'état physiologique des femelles au moment de leur mise en reproduction. Ce facteur désigne les effets du comportement des femelles au moment de la saillie (la réceptivité), de leur stade physiologique (allaitement) et l'effet parité.

2.1. LA RECEPTIVITE

La réussite de la reproduction implique que la femelle soit réceptive, THEAU-CLEMENT et ROUSTAN (1980), rapportent des différences de fertilité importantes en fonction de la réceptivité des lapines (THEAU-CLEMENT, 1994).

La réceptivité influence tous les caractères de reproduction (THEAU-CLEMENT et al., 1990 ; THEAU-CLEMENT et ROUSTAN, 1992 ; THEAU-CLEMENT et POUJARDIEU, 1994).

Le taux de fertilité est significativement plus élevé chez les femelles réceptives que chez les non réceptives (74,8% vs 33,2%). Le taux d'ovulation (nombre de corps jaunes) et le nombre d'embryons sont plus élevés chez les femelles réceptives que chez les non réceptives, respectivement (11,0 vs 8,7 pour les corps jaunes ; 6,2 vs 2,1 pour les embryons totaux) (THEAU-CLEMENT et POUJARDIEU, 1994). La taille de portée à la naissance et au sevrage est plus élevée chez les lapines réceptives (8,8 vs 6,7 et 7,3 vs 5,4; $p < 0,01$).

D'autre part, FORTUN-LAMOTHE et BOLET (1995), présentent une synthèse des travaux sur l'évolution de taux de réceptivité pendant la lactation chez la lapine (figure 2). Ils constatent que toutes les expériences montrent une réceptivité maximale proche de 100% dans les heures qui suivent la mise-bas. Celle-ci décroît pour atteindre un minimum au 3 - 4^{ème} jour de lactation (40%), puis augmente ensuite progressivement jusqu'au 12 - 14^{ème} jour de lactation, mais ne retrouve son état initial qu'après le sevrage (90%) (LAMB et al., 1988 ; STOUFFLET et CAILLOL, 1988 ; DIAZ et al., 1988 ; THEAU-CLEMENT et al., 1990 ; FORTUN et al., 1993).

Des travaux ont été consacrés à l'étude de l'induction de la réceptivité chez les lapines allaitantes. Plusieurs voies ont été envisagées parmi lesquelles la modification du photopériodisme et l'utilisation de la PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotrophin).

Le passage d'un rythme 8 heures de lumière / 24 heures à 16 heures de lumière / 24 heures ou une injection de 30 UI de PMSG 48 heures avant insémination artificielle permettent une augmentation significative du taux de réceptivité (THEAU-CLEMENT et LEBAS, 1994).

BONNANO et al. (1991), concluent que la PMSG favorise la réceptivité des femelles en stimulant la croissance folliculaire, et donc la production d'oestradiol.

UBILLA et RODRIGUEZ (1988), montrent que l'injection en intramusculaire de 50µg d'un analogue de PGF2 alpha au 29^{ème} de gestation permet de concentrer la réceptivité des femelles autour de 6 à 9 jours après la mise bas et d'augmenter de façon significative la fertilité des accouplements réalisés 6 à 7 jours post partum.

2.2. ALLAITEMENT

L'analyse de l'effet de l'allaitement sur les performances reproductives des lapines a fait l'objet de plusieurs travaux (PRUD'HON et al., 1970 ; GARCIA et PEREZ, 1989 ; THEAU-CLEMENT et al., 1990 ; THEAU-CLEMENT et ROUSTAN, 1992 ; FORTUN et al., 1993 ; THEAU-CLEMENT et POUJARDIEU, 1994 ; 1995). La plupart des auteurs ont mis en évidence un effet dépressif de l'allaitement sur les performances de reproduction.

PRUD'HON (1970) en saillie naturelle, THEAU-CLEMENT et al. (1992) en insémination artificielle, observent une fertilité et une prolificité réduites quand les lapines sont allaitantes au moment de leur mise en reproduction. Contrairement à ces résultats, PLA et al. (1984), ne rapportent pas d'effet d'allaitement sur ces mêmes paramètres.

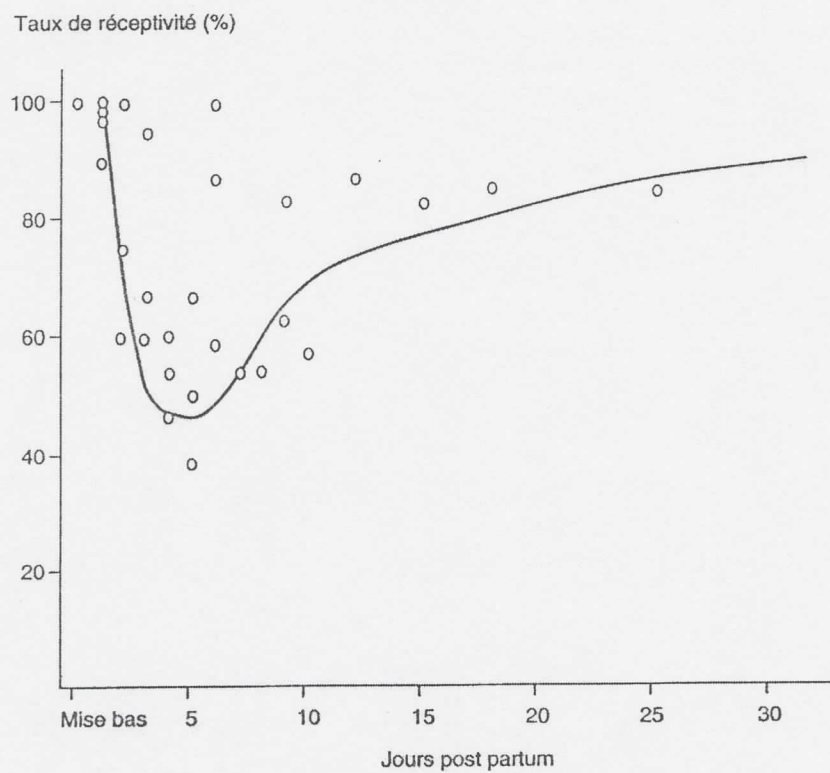


Figure 2. Evolution du taux de réceptivité pendant la lactation (moyennes de 8 références).

Aussi, FORTUN-LAMOTHE et BOLET proposent en 1995, une synthèse des résultats concernant l'effet de la lactation sur les performances de reproduction (figure 3). Ils observent une diminution du pourcentage de femelles ovulant (26%), du taux de gestation (33%), de la viabilité fœtale (10%) et de la croissance pondérale des fœtus. Les auteurs attribuent ces écarts à une hyperprolactinémie et une faible progestéronémie chez les lapines simultanément allaitantes et gestantes. Ces écarts sont accentués par le déficit nutritionnel engendré par la production laitière qui est tributaire du nombre de lapereaux en cours d'allaitement.

Par ailleurs, THEAU-CLEMENT et ROUSTAN (1992), REBOLLAR et al. (1992) ; THEAU-CLEMENT (1994), soulignent l'influence de la lactation sur les performances reproductives des lapines.

Chez ces auteurs, les fertilités des lapines en lactation sont significativement plus faibles que celle des non allaitantes : 71% vs 46% pour REBOLLAR et al. (qui ne trouvent pas de différence entre allaitantes 3 - 4 jours et allaitantes 10-11 jours), 99% contre 70% pour THEAU-CLEMENT respectivement pour les femelles non allaitantes et les allaitantes 10 - 11 jours (les effectifs sont plus faibles).

Dans un modèle associant l'effet allaitement et l'effet parité, BLASCO et al. (1992), rapportent un nombre d'ovules pondus, d'embryons ainsi qu'un nombre de nés totaux supérieurs chez les femelles non allaitantes, respectivement de 0,12 ; 0,25 et 0,50.

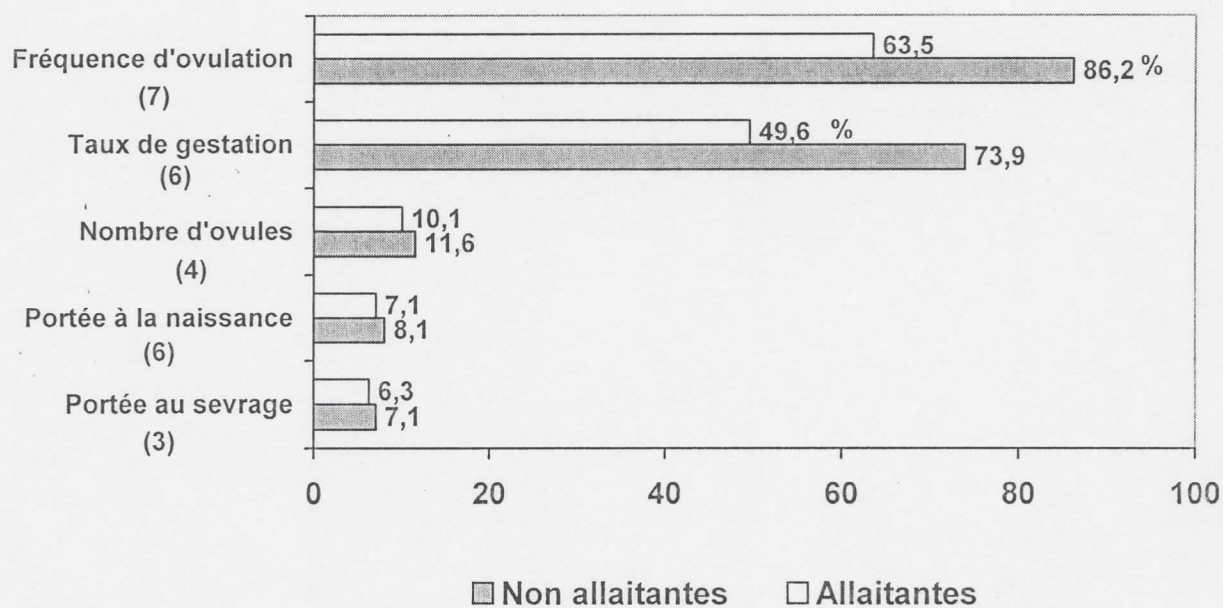


Figure 3 : Performances de reproduction. Ecart entre les lapines allaitantes et les lapines non allaitantes (nombre de références)

En outre, FORTUN (1994), observent chez les lapines primipares à 28 jours de gestation un nombre de corps jaunes, de fœtus totaux inférieurs chez les lapines allaitantes, respectivement 11,1 vs 10,9 et 9,4 vs 8,2 ; par contre, le nombre de fœtus vivants est supérieur, la différence (1,2) n'est pas significative. La mortalité embryonnaire tardive (15 jours) est de 3,9 pour les femelles non allaitantes et de 13,9 pour les femelles allaitantes, la différence est très significative ($p < 0,01$).

THEAU-CLEMENT et POUJARDIEU (1995) ont analysé l'influence de l'état physiologique de la lapine (qui combine à la fois la parité et l'état d'allaitement lors de la saillie fécondante) de cinq génotypes différents. Ils montrent sur les 50165 portées analysées que l'état physiologique influence tous les caractères mais qu'il s'agit plus d'un effet parité que d'un effet allaitement. En effet, ces auteurs dans l'estimation de l'effet état d'allaitement par parité, trouvent que les femelles saillies allaitantes perdent au plus 0,10 lapereaux nés morts et que les tailles de portées en nés vivants, nés totaux et sevrés sont réduites de 0,4 lapereaux, mais les différences sont rarement significatives.

2.3. LA PARITE

LEBAS et al. (1984), soulignent que la taille de portée augmente entre la première et la deuxième portée d'une lapine ; subit un accroissement limité de la 2^{ème} à la 3^{ème} puis reste stationnaire jusqu'à la portée 4 et décroît ensuite.

Les effectifs en lapereaux nés vivants, nés totaux et sevrés sont faibles en première portée par rapport aux portées suivantes (Rafel et al., 1991). Les nombres de lapereaux enregistrés en 1^{ère}, 2^{ème} et 4^{ème} portée sont de 8,60 ; 9,76 et 9,70 nés totaux et 8,15 ; 9,08 et 9,29 nés vivants, les écarts sont significatifs.

D'autre part, HULOT et MATHERON (1981), BOLET et al. (1988), rapportent un effet significatif de la parité sur les composantes de la prolificité. Ces auteurs ont mis en évidence un accroissement du taux d'ovulation en fonction du numéro de portée. Pour le nombre d'embryons vivants comptés à un stade de gestation donné, ainsi que les taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale, HULOT et MATHERON (1982) observent une diminution de ces taux en fonction du numéro de portée.

Contrairement à la prolificité, QUESTEL (1984) révèle une baisse de fertilité au cours de la vie d'une lapine. Le taux de fertilité relevé en parité 1 est plus élevé (76%) qu'en parité 2 - 3 et 4 (62%), seules les femelles les plus fertiles arrivent en parité élevée.

POUJARDIEU et THEAU-CLEMENT (1995), rapportent dans une analyse de la carrière de 5830 lapines appartenant à cinq génotypes, que tous les caractères de la prolificité augmentent avec le numéro de portée. Les femelles nullipares ont des tailles de portée en nés vivants (6,5), en nés totaux (7,2) et en nés sevrés (5,4) minimum. Les maxima sont de 7,5 ; 8,1 et 6,4 et sont obtenus en parité 2 ; 3 et 4 chez des femelles non allaitantes.

III. LA VARIABILITE GENETIQUE ET RELATION ENTRE LA TAILLE DE PORTEE ET SES COMPOSANTES

La valeur phénotypique pour un caractère chez un animal est sous la dépendance de deux effets, les effets génétiques associés au patrimoine génétique et les effets du milieu dans lesquelles est placé ce patrimoine pour produire (MATHERON, 1986 ; MINVIELLE, 1990).

Dans une étude sur l'évaluation des races, basée sur la comparaison de différents génotypes (pures et croisés), BOLET et al. (1990 ; 1991), montrent qu'il existe des différences notables entre les types génétiques. ROUSTAN (1992), rapporte des valeurs de taille de portée variables selon la nature de l'accouplement, 7 à 8 en race pure et 9 à 10 pour les croisés. La plupart des études de l'amélioration génétique chez les espèces polytoques (lapin, porc, souris) ont porté sur la prolificité.

1. VARIABILITE INTRA RACE ET SOUCHE: HERITABILITE

MATHERON et ROUVIER (1978), distinguent les effets génétiques directs, dus aux propres gènes de l'individu sur lequel est faite la mesure, et les effets génétiques indirects, dus aux gènes des ascendants de l'individu, en se limitant aux influences maternelles et grand maternelles. Par exemple la production laitière d'une mère est un facteur lié au génotype de la mère, mais qui influe sur le futur développement des lapereaux, et donc la taille de portée au sevrage (Rouvier, 1978 ; MATHERON et MAULEON, 1979 ; MATHERON, 1986 ; ROUVIER et BRUN, 1990). Selon ces mêmes auteurs, il existe une opposition entre les effets maternels et les effets directs.

Certains auteurs trouvent que la souche californienne (2066) révèle un effet direct et favorable sur le taux d'ovulation et défavorable sur l'implantation ; alors que la souche néo-zélandaise (1077) par ses effets génétiques maternels positifs, favorise la viabilité embryonnaire (tableau1), (BOLET et al., 1991). Le taux d'ovulation dépend surtout des effets directs et assez peu des effets maternels, par contre la survie embryonnaire dépend à la fois des effets directs et maternels (MATHERON et MAULEON, 1979 ; MATHERON, 1982 ; BOLET, 1990).

Plusieurs auteurs ont estimé ces effets par l'héritabilité. Celle ci est généralement faible ou nulle pour la taille de portée (0 - 0,4), par contre la variabilité phénotypique intra race est assez élevée, le coefficient de variation est de l'ordre de 25 à 30% (BOLET, 1994a). Les héritabilités calculées pour le taux d'ovulation varient entre 0,20 - 0,30.

Tableau 1 : Composantes de la prolificité en fonction du génotype de la femelle et de la parité (d'après BOLET et al, 1991).

Génotype	CA		NZ	
	1	4	1	4
Numéro de portée	1	4	1	4
Taux de fertilité	-	65,4	-	68,5
Femelles fécondées/saillies (%)	92,2		91,9	-
Taux d'ovulation	11,6	14,5	10,5	13,8
Nombre d'ovules fécondés	10,1	-	9,7	-
Embryons vivants à 5 jours	8,9	-	9,2	-
Embryons implantés		11,1	-	12,0
Embryons vivants à 12 jours		9,8	-	10,4

DE-ROCHAMBEAU et al. (1994) ont donné des valeurs d'héritabilité pour la taille de portée à la naissance et au sevrage de 0,03 et 0,07 chez la souche néo-zélandaise et 0,04 et 0,06 chez la souche californienne ; valeurs faibles par rapport à celles rapportées par la littérature.

Peu de travaux se sont intéressés à l'analyse de l'origine du mâle dans l'étude des performances de reproduction et de prolificité d'une souche. MATHERON et MAULEON (1979) soulignent le peu d'auteurs qui ont étudié cet effet. BENCHEIKH, cité par BOLET et al. (1991) dans l'analyse des paramètres biologiques de la semence des mâles 1077 et 2066, a mis en évidence des différences entre les deux souches (Tableau 2).

Tableau 2 : Caractéristiques de la semence des mâles des souches A1066 et A1077

	Souches	
	A1077	A1066
Volume (ml)	0,71 ± 0,02	0,67 ± 0,02
Nombre de spermatozoïdes		
- totaux (x 10 ⁶)	368 ± 11	232 ± 13
- vivants (x 10 ⁶)	307 ± 10	175 ± 9
% de spermatozoïdes vivants	82 ± 1	71 ± 1
Concentration (x 10 ⁶ /ml)	568 ± 22	398 ± 21
Motilité d'ensemble	7,2 ± 0,1	6,5 ± 0,1

2. VARIABILITE ENTRE RACES ET SOUCHES - LE CROISEMENT

Chez le lapin, les effets du croisement sur les caractères de reproduction, en particulier sur la taille de portée ont fait l'objet de plusieurs études. MATHERON et POUJARDIEU (1976) ont mis en évidence que le déterminisme génétique de la taille de portée n'est pas additif (interaction significative entre influence des souches maternelle et paternelle).

Le phénomène d'hétérosis se définit comme la différence entre la performance moyenne du croisement de première génération entre deux populations F1 et la performance moyenne des populations parentales. L'hétérosis est plus important lorsque les deux souches sont éloignées génétiquement et varie inversement à l'héritabilité du caractère. Les caractères de reproduction (fertilité, prolificité et viabilité des jeunes) à faible héritabilité montrent en général un effet d'hétérosis important, de l'ordre de 10 à 20 % (BRUN, 1992).

BRUN et ROUVIER (1984 ; 1988) ont estimé, par le biais du modèle de Dickerson (1969), les effets génétiques additifs et d'hétérosis, tant pour les effets directs que maternels et grands maternels pour trois souches, la souche néo-zélandaise (1077), la souche Californienne (2066) et la souche petit russe, de petit format. Le tableau 3 présente une synthèse de leurs résultats pour les caractères de portée, ils montrent une association négative entre les effets maternels et les effets directs.

Bolet et al. (1990) ont mis en évidence l'existence d'un effet d'hétérosis direct important sur le taux d'ovulation dans le croisement d'une femelle de souche californienne avec un mâle néo-zélandais, confirmant les résultats de HULOT et MATHERON (1979).

Tableau 3 : Estimées des effets génétiques additifs et d'hétérosis, directs, maternels et grands maternels pour les souches INRA 1077 et 2066 (d'après BRUN et ROUVIER, 1984)

Effets génétiques	Types génétiques	Caractères			
		Nés vivants / portées	Sevrés/portée sevrée		
additifs	direct	CA	Valeurs	+ 0,29	- 0,07
	souches pures	NZ	Moyennes	- 0,09	- 0,46
		CA	Relatives	+ 0,62	+ 1,20
	grand maternel	maternel	NZ		+ 0,08
CA				- 0,51	- 0,65
grand maternel		CA		- 0,51	- 0,65
		NZ		+ 0,28	+ 0,80
hétérosis	direct	CA x NZ	% moyennes	+ 5,30	+ 10,70
Croisement	maternel	CA x NZ	souches pures	0,00	- 4,20

3. RELATION ENTRE LA TAILLE DE PORTEE ET SES COMPOSANTES

La complexité du déterminisme de la taille de portée a conduit les auteurs à analyser en détail les différentes composantes biologiques de ce caractère. MATHERON et MAULEON (1979), présentent dans la figure 4, les principaux facteurs influants, à savoir la ponte ovulaire, la viabilité embryonnaire et postnatale. En effet la taille de portée pourrait être comprise comme le produit du taux d'ovulation de la mère par le taux de survie de l'embryon, puis du lapereau. Ces auteurs ont montré que ces caractères sont corrélés mais de façon non linéaire. La sélection dans une même souche de l'un de ces caractères a des répercussions sur l'évolution de l'autre caractère, de façon variable selon le seuil atteint.

En ce sens, HULOT et MATHERON (1981), ont établi une méthode d'étude de ses composantes chez deux souches de lapins, A1077 et A2066, elle concerne le dénombrement des corps jaunes et les sites d'implantation à 16 jours de gestation.

BOLET et al. (1988), ont mis en évidence une relation linéaire entre la survie prénatale et la taille de portée à la naissance et une liaison à tendance curvilinéaire entre le taux d'ovulation et le nombre d'implants et le taux de survie embryonnaire.

SANTACREU et al. (1992 ; 1993), montrent que la relation entre la taille de portée et ses composantes est essentiellement linéaire. Ces auteurs ont déterminé des coefficients de corrélation faibles (0,079) entre le taux d'ovulation et la survie embryonnaire ou fœtale, par contre la relation entre la survie embryonnaire avec la taille de portée à la naissance est élevée ($R = 0,45$).

BLASCO et al. (1992 ; 1993), dans une expérience de sélection elliptique, estiment les paramètres génétiques de la taille de portée et ses composantes, les corrélations calculées entre le taux d'ovulation et la survie prénatale et la taille de portée à la naissance sont de $0,14 \pm 0,35$ et $0,36 \pm 0,31$; la corrélation déterminée entre la survie prénatale et la taille de portée à la naissance est de l'ordre de $0,87 \pm 0,08$. Ces auteurs concluent que la variation génétique de la taille de portée à la naissance dépend surtout de la variation génétique de la survie prénatale.

BOLET et al.(1996), dans une expérience de comparaison entre femelles de la souche 1029 intactes et hémi-ovariectomisées, mettent en évidence que l'espace utérin de la lapine a un effet significatif sur le taux de survie des fœtus, mais n'est pas un facteur limitant par rapport à l'effet du nombre total de fœtus qui est négatif sur la croissance des fœtus. Cet effet est surtout lié à un apport nutritionnel insuffisant pour la lapine durant la période de gestation.

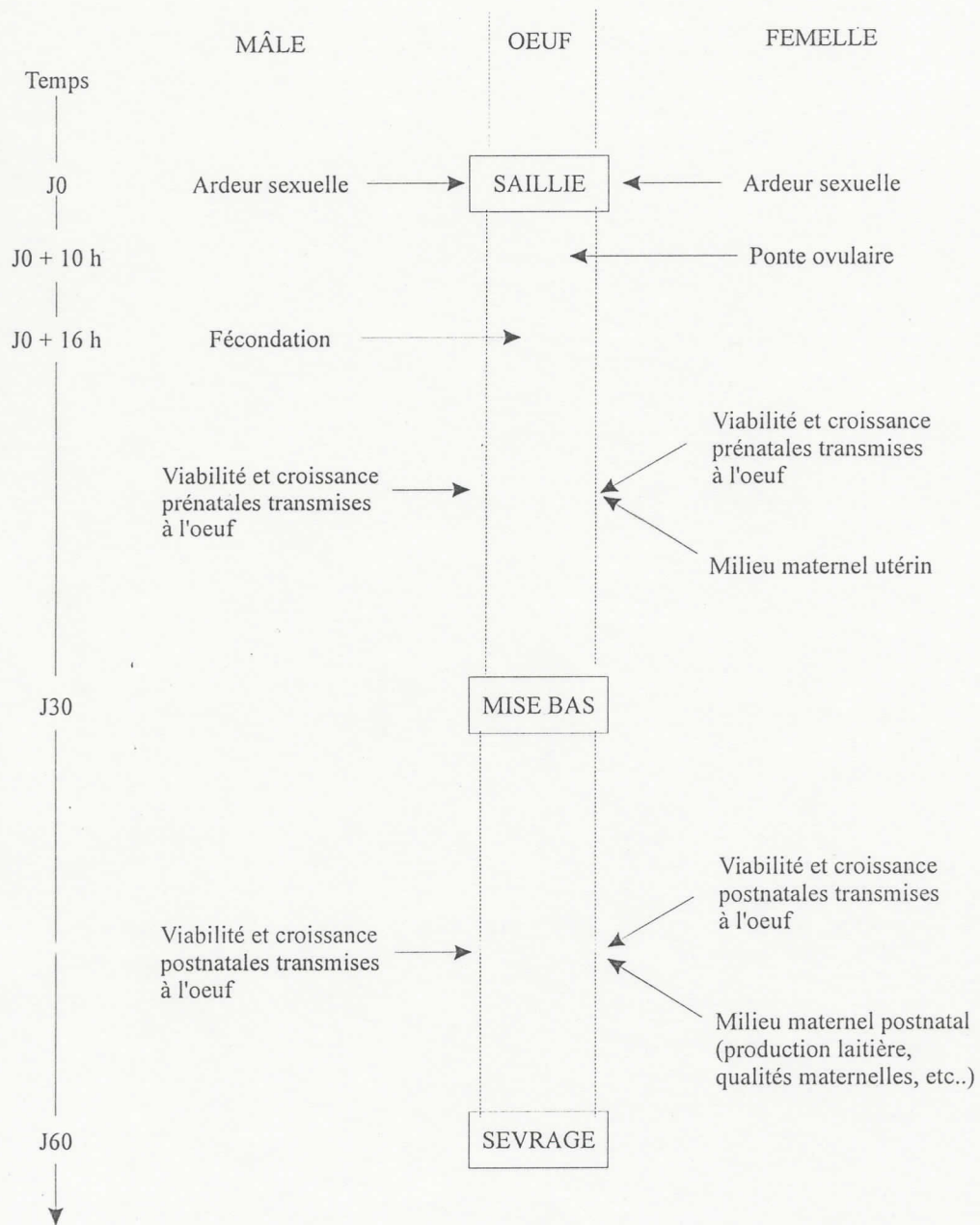


Figure 4: Rôles génétiques respectifs d'un mâle et d'une femelle sur la taille de portée au sevrage chez le lapin (Matheron et Mauléon, 1979)

~PARTIE EXPÉRIMENTALE~

Objectif de l'étude

Le but est d'évaluer les performances de reproduction des femelles appartenant à la souche 1029, souche dite 'hyperféconde', maintenue en population fermée et sans sélection. L'évaluation de cette souche se fera en comparaison avec une souche témoin, la souche INRA 1077, sélectionnée sur la taille de portée au sevrage et dont les performances sont connues.

L'analyse des facteurs liés à l'état physiologique des femelles permettra d'évaluer la part de chaque facteur tels que la réceptivité, l'état d'allaitement et la parité dans la variation de leurs performances reproductives et de préciser les relations entre ces facteurs.

L'analyse de l'âge des femelles à la dernière insémination réalisée nous donne une idée sur la fonte du cheptel pour les deux souches.

Les résultats de l'étude permettront de définir également le devenir de la souche 1029.

I. MATERIELS ET METHODES

1. MATERIEL ANIMAL ET CONDUITE DES ANIMAUX

l'étude a commencé au mois de mai et a pris fin au mois de décembre 1995. Le protocole se déroule dans une grande maternité d'Auzeville, d'une capacité de 246 places. Trente places sont réservées à des mâles «petit format», plus âgés que les femelles, servant à tester la réceptivité des femelles.

Les animaux sont placés dans des cages individuelles grillagées. Ils sont nourris ad libitum avec un aliment granulé complet du commerce à 17% de protéines et 15,5% de cellulose brute. La cellule est éclairée en moyenne 16 heures sur 24 heures, la température à l'intérieur de la cellule est maintenue à 20°C; elle est chauffée en hiver.

1.1. LES ANIMAUX

Les animaux proviennent de deux souches, la souche INRA 1077 et la souche 1029. Les mâles 1077 et 1029 utilisés dans l'expérience sont produits avec les inséminations du 27 octobre 1994, les femelles sont produites avec les IA du 17 octobre et du 8 décembre 1994.

1.1.1. CARACTERISTIQUES DES SOUCHES 1077 ET 1029

1.1.1.1. LA SOUCHE INRA 1077

Elle provient d'animaux de race néo-zélandaise blanche, importés du sud de la Californie à la fin des années soixante. Ce sont des animaux maintenus en population fermée. Depuis 1975, Un plan d'accouplement a été défini pour cette souche, il permet de minimiser la consanguinité tout en assurant un progrès génétique optimum (MATHERON et ROUVIER, 1977).

Cette souche a fait l'objet d'une expérience de sélection pour accroître la taille de portée au sevrage (MATHERON et POUJARDIEU, 1984). Elle se compose de 11 groupes de reproduction de 3 mâles et 11 femelles, ce qui correspond à 121 femelles et 33 mâles par génération. Les animaux disponibles aujourd'hui sont les descendants de 11 mâles et 53 femelles fondatrices (T-JOLY et al., 1996), ils appartiennent à la 24^{ème} génération. A la génération suivante les mâles sont remplacés par trois fils de la meilleure femelle du groupe. Onze filles issues des trois ou quatre meilleures femelles du groupe de reproduction i constituent la famille i.

A la génération suivante, les femelles de la famille i sont réparties au hasard entre les 11 groupes de reproduction. La figure 5 illustre le plan d'accouplement dans le cas d'une population composée de 14 groupes de 3 mâles et de 14 femelles (De-Rochambeau, 1990).

1.1.1.2. LA SOUCHE 1029

Elle a été constituée à partir d'animaux dits « hyperféconds » collectés dans les élevages de production sur la base de données de performances. Les animaux appartiennent à la première génération de femelles hystérectomisées. Les femelles avaient été sélectionnées sur trois critères (figure 6), simultanément : femelles hyperfécondes, c'est à dire des lapines qui ont sevré sur une période de six mois 25 lapereaux de plus que les contemporaines.

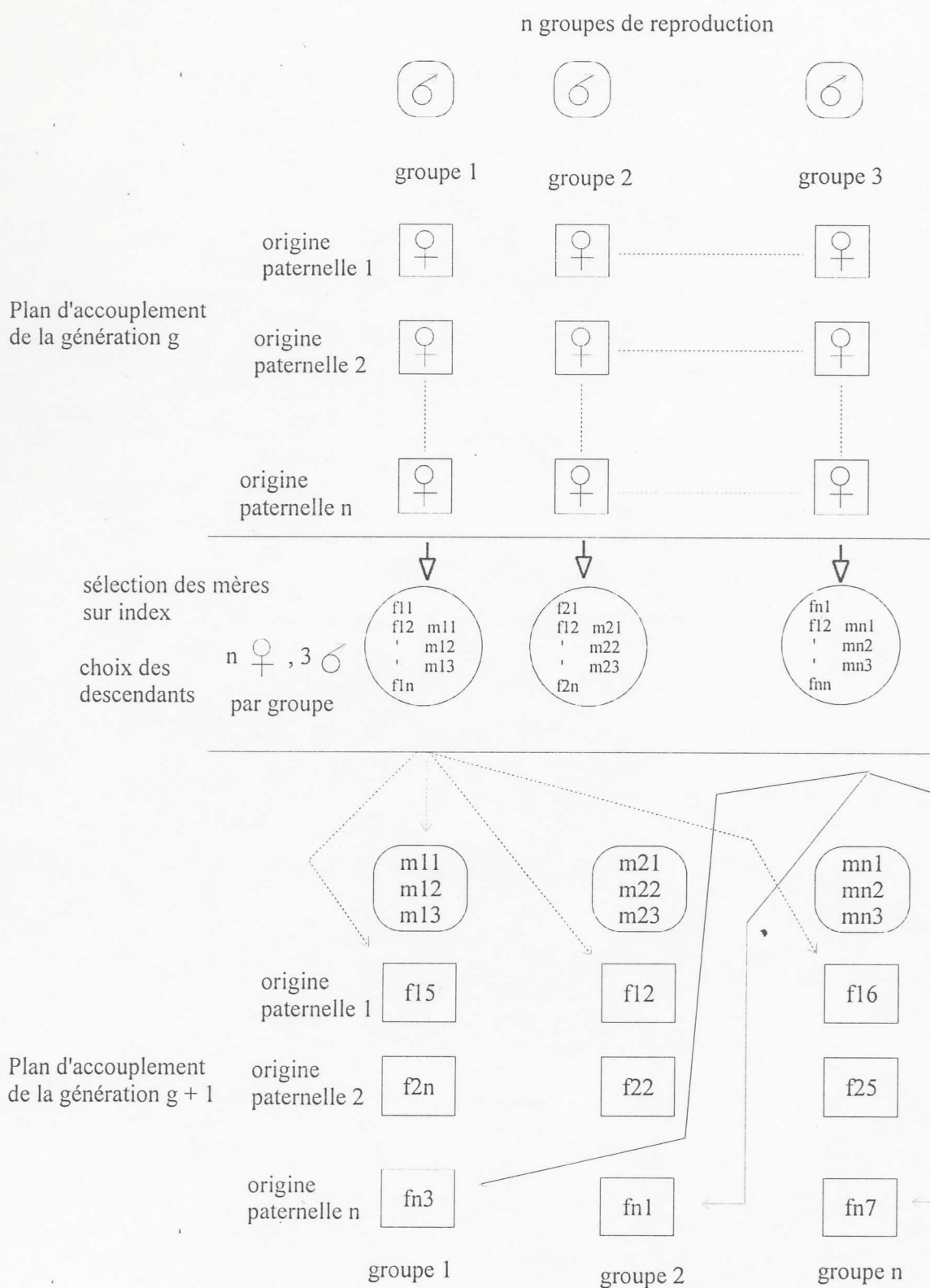


Figure 5: Plan d'accouplement des souches sélectionnées à l'INRA (De Rochambeau, 1990)

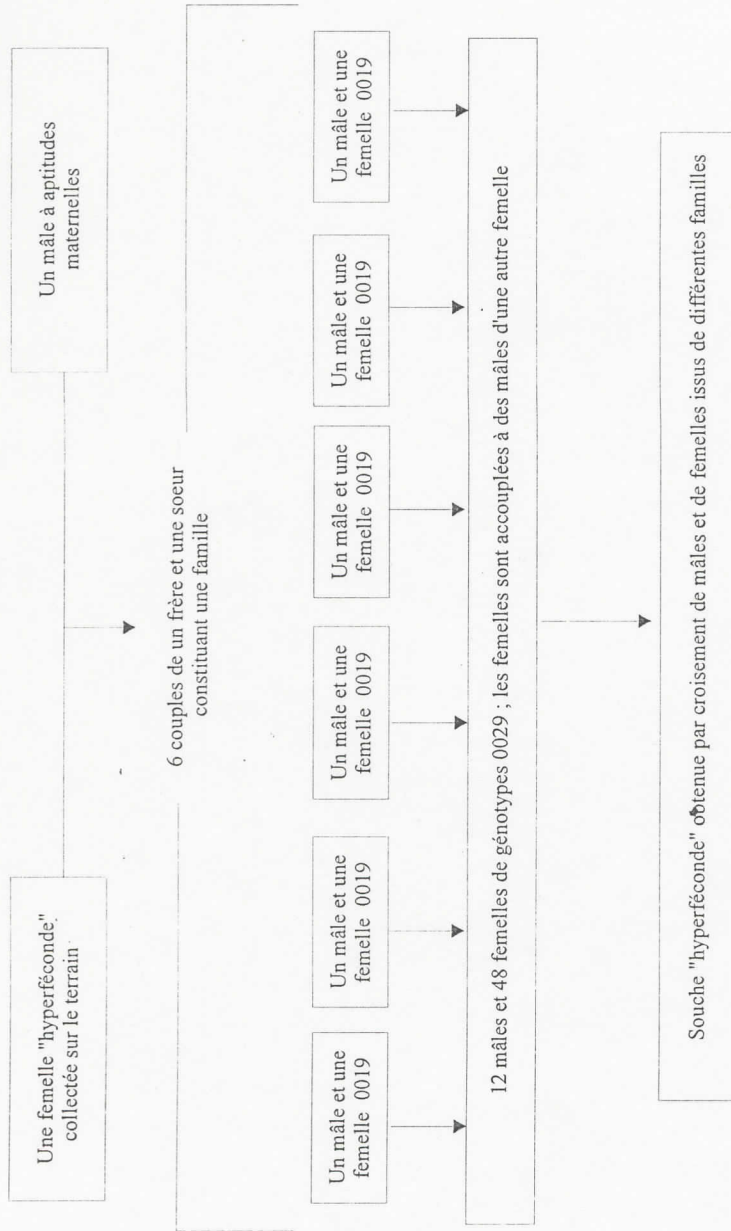


Figure 6: Schéma de constitution de la souche "hyperféconde"

La souche se compose de 8 familles. Chaque famille se compose de trois mâles et 8 femelles. Les mâles sont initialement issus d'une famille, ils sont ensuite remplacés par 3 fils issus d'une des femelles du groupe. Les femelles d'une famille sont réparties entre tous les groupes. A chaque génération, une femelle est remplacée par sa fille, qui change de groupe de reproduction. La souche est maintenue fermée sans sélection (DE-RECHAMBEAU, 1986).

2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

2.1. CONDUITE D'ELEVAGE

Pour chaque génotype, 228 femelles réparties en nombre égal pour les deux souches et 18 mâles ont été introduits dans la cellule, les mâles sont utilisés pour tester la réceptivité des lapines. Les femelles sont conduites en insémination artificielle, la première insémination est réalisée sur des femelles âgées de 135 jours. Par la suite, elle a lieu 10 - 12 jours après la mise bas (rythme semi-intensif). Il y a une insémination tous les 21 jours. Les femelles sont éliminées après 3 inséminations infructueuses.

Les femelles subissent un test de réceptivité, sauf pour la première insémination. Les inséminations sont réalisées en monospermie (pas de mélange de sperme) avec du sperme frais, elles sont réalisées avec des mâles 1077 et 1029. Les femelles sont affectées une fois pour toutes à des inséminations en pur ou en croisement.

Un diagnostic de gestation par palpation abdominale est réalisé 10 jours après l'insémination, il permet de détecter les femelles gestantes ; une endoscopie est effectuée sur un échantillon de femelles à 12 jours de gestation afin de compter les corps jaunes sur les deux ovaires et les embryons dans les deux cornes utérines.

Les femelles gestantes disposent d'une boîte à nid, garnie de copeaux de bois. Elle est placée quelques jours avant la mise bas jusqu'au sevrage. La mise bas a lieu en moyenne 30 jours après l'insémination. Les données de taille de portée à la naissance sont enregistrées. Au sevrage, les portées sont standardisées à 4 - 5 lapereaux ou 9 - 10 lapereaux à la naissance. Le sevrage a lieu 30 jours après la naissance.

2.2. DESCRIPTION DES TECHNIQUES D'INSEMINATION ET D'ENDOSCOPIE

2.2.1. L'INSEMINATION ARTIFICIELLE

La technique d'insémination appliquée est celle décrite par BOUSSIT (1989) avec quelques adaptations.

2.2.1.1. RECOLTE DE LA SEMENCE

Une lapine "bout en train" est introduite dans la cage du mâle. Le vagin artificiel muni d'un tube de récolte est maintenu entre les pattes postérieures de la lapine (photo1). L'éjaculation a lieu généralement immédiatement après la présentation de la femelle (photo2).

Des contrôles biologiques sont réalisés dès la récolte et permettent d'éliminer les éjaculats les plus mauvais (photo 3). La couleur (présence éventuelle d'urine ou de sang) et le volume de la semence sont notés.

une goutte de sperme pur est ensuite observée au microscope (grossissement 100). Elle permet de noter la motilité massale des spermatozoïdes (notation de 0 à 9 selon l'échelle de Petitjean, 1965 adaptée au sperme du lapin), la semence est ensuite diluée (dilution à 1/ 5).



Photo 1 : Présentation de la lapine "bout en train"

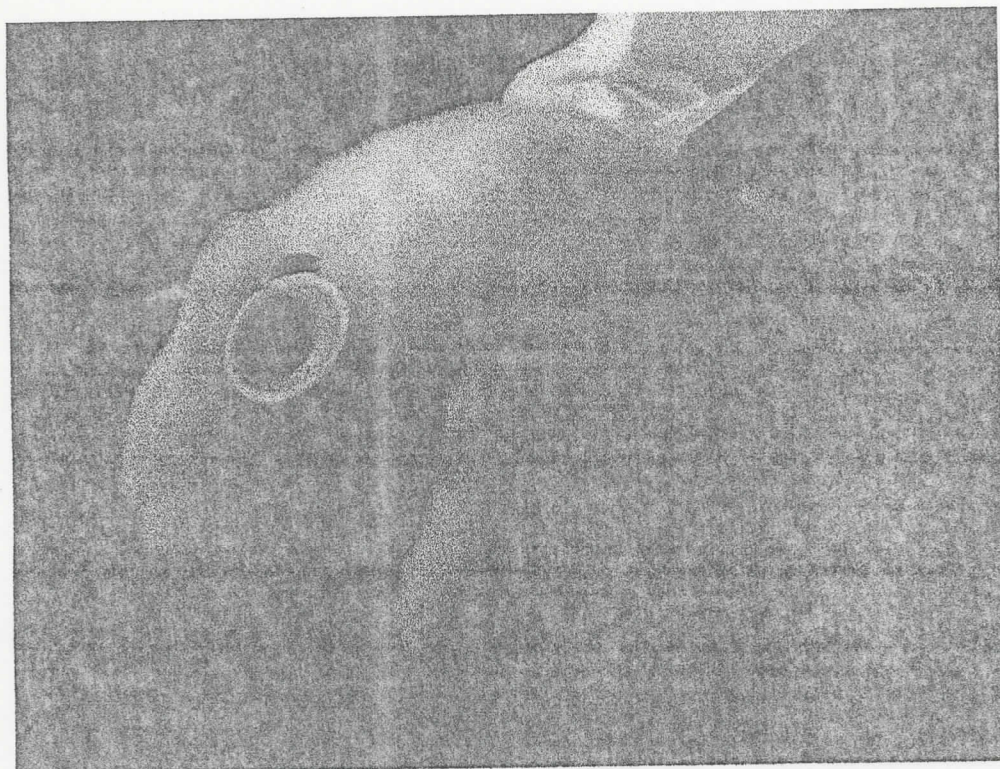


Photo 2 : Prélèvement



Photo 3 : Une récolte

Une goutte de la semence diluée est observée au microscope (grossissement 10 x 20) afin de préciser la motilité individuelle (notation de 0 à 5 selon l'échelle d'Andrieu, 1975). Le nombre de spermatozoïdes vivants est déterminé par simple observation microscopique, l'éjaculat est éliminé lorsque le pourcentage de spermatozoïdes morts dépasse 50 %. La semence détectée bonne est conditionnée dans des paillettes de 0,5 ml et stockée à la température ambiante.

2.2.1.2. L'INSEMINATION

Au moyen d'un pistolet d'insémination, la paillette recouverte d'une gaine à usage unique est introduite et déposée dans le vagin de la lapine (photo 4). L'ovulation est induite après l'insémination par une injection en intra musculaire de 0,2 ml de GnRH de synthèse.

Le dilueur, les gaines, paillettes et pistolet proviennent de la société I.M.V.

2.2.2. LA TECHNIQUE D'ENDOSCOPIE

Chez la lapine, le nombre de corps jaunes et la survie des embryons peuvent être mesurés soit par abattage en cours de gestation, soit par laparotomie (GARCIA et al., 1983 ; TORRES et al., 1987 ; BOLET et al., 1988) ou par endoscopie (THEAU-CLEMENT et BOLET, 1987 ; SANTACREU et al., 1990).

Par rapport aux deux méthodes, la technique d'endoscopie permet de mesurer à la fois les corps jaunes et les embryons chez des lapines gestantes. Elle présente des avantages : Traumatisme chirurgical et risques sanitaires réduits et surtout, elle peut être répétée plusieurs fois sur la lapine et n'influence pas la taille de portée à la naissance (BOLET et al., 1990a ; SANTACREU et al., 1990).

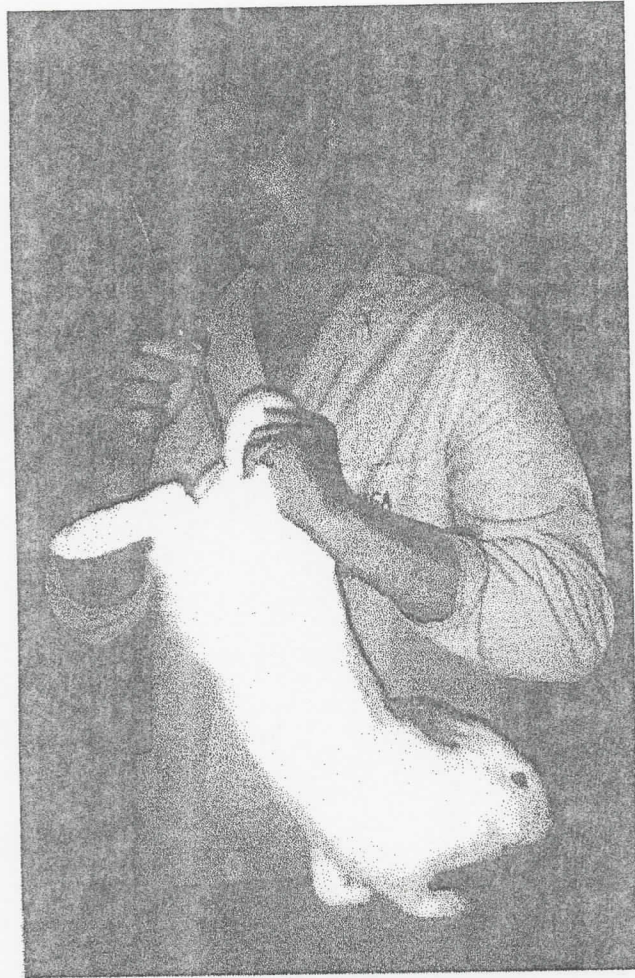


Photo 4 : Insémination proprement dite

- Principe de la technique

Les lapines sont pesées puis anesthésiées, une première anesthésie est réalisée avec de la Xylazine (ROMPUN) à raison de 0,5 ml par kg de poids vif, celui ci provoque une relaxation de tous les muscles. Le deuxième anesthésiant utilisé est la Kétamine (IMALGENE), à raison de 0,40 ml par kg de poids vif; les deux produits sont administrés à l'animal en intra musculaire.

La lapine est ensuite placée sur une table d'opération inclinée vers l'avant de 30 degrés environ. Une incision médiane à 1 cm en arrière du sternum permet l'introduction du trocart qui est ensuite retiré du fourreau et remplacé par l'endoscope (photo 5). L'endoscope est relié à un générateur de lumière, la lumière est diffusée par une fibre optique, connectée à l'endoscope. Une autre incision est réalisée du côté droit, en arrière de la précédente, ou l'on introduit une tige métallique dont l'extrémité arrondie permet les manipulations nécessaires pour bien mettre en évidence les ovaires et les embryons sans provoquer de lésions (les embryons en régression, apparaissent plus petits et ont une vascularisation moins importante que les embryons vivants) dans chaque corne utérine (photos 6 et 7).

A la fin de l'opération, un antibiotique (BIOTEC) est injecté à la dose de 1 ml, en intra musculaire afin d'éviter les problèmes d'infection.

3. MESURES REALISEES

Chaque femelle dispose d'une fiche technique sur laquelle sont mentionnées toutes les observations.

Au moment de l'insémination, le poids des lapines, les résultats du test de réceptivité sont enregistrés. Les femelles en première insémination n'ont pas subi de test de réceptivité.

Les résultats de palpation et d'endoscopie (nombre de corps jaunes et d'embryons comptés) effectuées à 12 jours de gestation sont notés.

A la mise bas, on enregistre les nés vivants, nés morts et nés totaux ainsi que le numéro de portée.

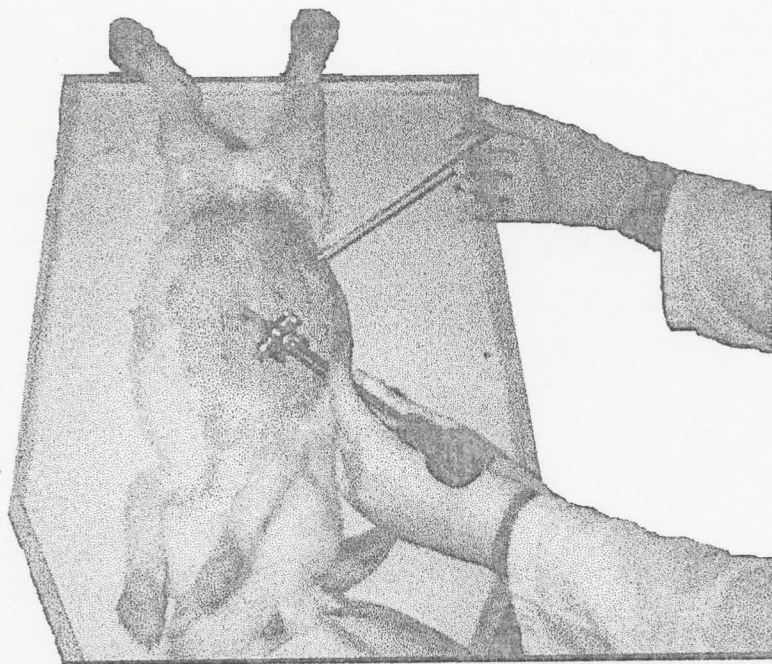


Photo 5 : lapine endoscopée

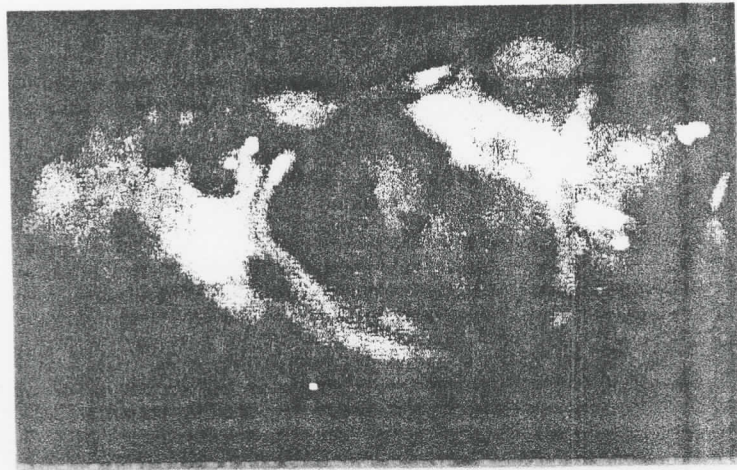


Photo 6 : Ovaire et corps jaunes observés à l'endoscopie

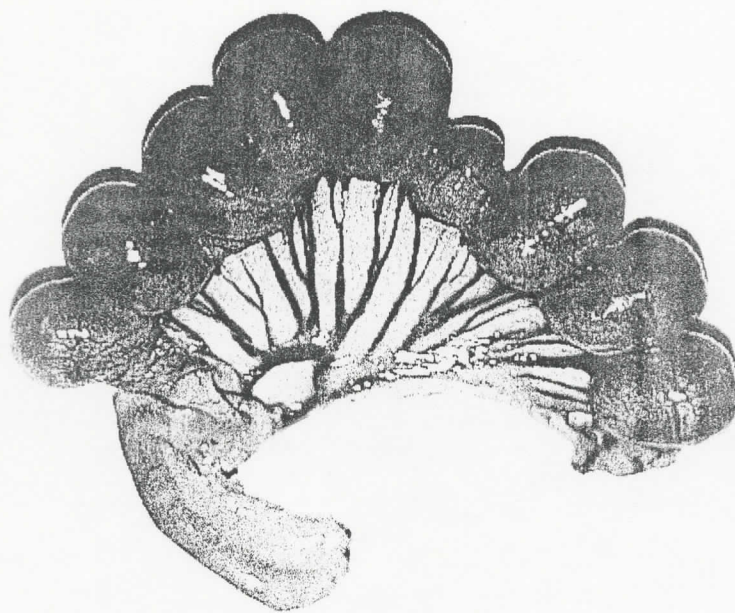


Photo 7 : Corne utérine à mi-gestation

4. MODELES STATISTIQUES

4.1. LES CARACTERES ANALYSES

On note que le nombre d'inséminations réalisées durant la période expérimentale est de 9. Les faibles effectifs de femelles réalisant 7 inséminations et plus nous ont amené à faire un regroupement des données en 6 inséminations, de même que pour les numéros de portées, peu de femelles ont réalisé quatre et cinq portées; de ce fait, nous les avons regroupés en 3 portées et plus.

Les variables analysées sont :

- Le taux de réceptivité : est analysé en lui attribuant la valeur 0 ou 1 pour chaque insémination, c'est le rapport entre nombre de femelles réceptives sur le nombre total de femelles inséminées, il est exprimé en pourcentage.

- Le taux de fertilité : la fertilité est définie comme le nombre de palpations positives rapportées au nombre d'inséminations effectuées ; elle est analysée en lui attribuant la valeur 1 ou 5 pour chaque palpation, elle est exprimée en pourcentage.

- Le taux de mise bas: est le nombre de mises bas réalisées rapportées au nombre d'inséminations effectuées, il est exprimé en pourcentage.

- La taille de portée la naissance: est le nombre de lapereaux nés totaux (NT) et née vivants (NV) enregistrés à la naissance, et par portée.

En fonction du numéro de portée, nous avons classé les femelles en trois groupes:

- Les Unipares: femelles ayant réalisées une portée ;

- les primipares: femelles ayant réalisées deux portées ;
- les multipares: 3 portées et plus.
- Les composantes de la prolificité :
 - le nombre de corps jaunes totaux: c'est la somme des corps jaunes comptés sur les deux ovaires à 12 jours de gestation ;
 - le nombre d'embryons totaux: c'est la somme des embryons dénombrés dans les deux cornes utérines à 12 jours de gestation, on inclut également les embryons morts ;
 - la survie embryonnaire 'ES': c'est le rapport embryons totaux sur corps jaunes totaux, multiplié par 100 ;
 - la survie fœtale 'FS': c'est le rapport nés totaux sur embryons totaux, multiplié par 100 ;
 - la survie prénatale 'PS': c'est le rapport nés totaux sur corps jaunes totaux, multiplié par 100.

Des corrélations phénotypiques (résiduelles) ont été calculées entre la taille de portée et ses composantes.

* Le poids des femelles à l'insémination et l'âge des femelles à la dernière insémination sont également analysés.

4.2. MODELES D'ANALYSE STATISTIQUE

Nous avons utilisé deux modèles d'analyse de variance pour toutes les variables sauf pour l'analyse du poids des femelles à l'insémination (un seul modèle) et l'âge des femelles à la dernière insémination.

Le premier modèle comporte tous les numéros d'inséminations ou tous les numéros de portée. Il permet d'analyser les performances des femelles unipares et de les comparer avec les performances de femelles primipares et multipares.

Un deuxième modèle sans les premières inséminations, ou les premières portées, est utilisé en vue d'analyser l'effet de l'état physiologique des femelles sur leur performances (les femelles primipares et multipares) et l'effet de l'interaction entre l'état physiologique et le numéro d'insémination ou de portée des femelles sur les caractères de reproduction.

Les effets principaux considérés sont :

- le type génétique de la femelle (2 niveaux: 1029-1077) ;
- le type génétique du mâle (2 niveaux: 1029-1077) ;
- l'interaction entre le type génétique femelle et le type génétique mâle (4 niveaux: 1029*1029, 1029*1077, 1077*1029, 1077*1077) ;
- le numéro d'insémination (6 niveaux: IA1, IA2, IA3, IA4, IA5, IA6) ;
- le numéro de portée (3 niveaux: unipares, primipares et multipares) ;
- l'état physiologique des femelles 4 niveaux: réceptives allaitantes, réceptives non allaitantes, non réceptives allaitantes et non réceptives non allaitantes. Quelques interactions entre les différents effets ont été également introduites dans le modèle d'analyse.

Le tableau 4 résume les différentes variables analysées selon les effets principaux considérés. Dans les deux modèles, les niveaux des effets principaux sont, comparés à l'aide d'une statistique 't' si le nombre de niveaux est de 2, d'une statistique 't' généralisée de BONFERRONI sinon.

Les résultats des analyses de variance sont présentés sous forme de tableaux, les moyennes significativement différentes sont suivies de lettres différentes. Les significations statistiques sont notées:

NS = non significatif ;

* : significatif au seuil de 5 p 100

** : significatif au seuil de 1 p 100

*** : significatif au seuil de 1 p 1000.

Les calculs sont réalisés sur l'ordinateur IBM. du département de génétique (INRA) à l'aide du logiciel SAS et la procédure GLM (General linear models).

Tableau 4: Récapitulatif des différents effets considérés dans les deux modèles d'analyse de variance.

Effets	Variables	Réceptivité	Fertilité	Taux de mise bas	Proliféricité et ses composantes	Poids des femelles à la saillie
Type génétique femelle		X	X	X	X	X
Type génétique mâle			X	X	X	
Interaction entre le type génétique femelle et mâle			X	X	X	
Numéro d'insémination		X	X	X		X
Interaction entre le numéro de saillie et le type génétique femelle		X	X	X		X
Numéro de portée					X	
Interaction entre le type génétique femelle et le numéro de portée					X	
Etats physiologiques des femelles			X	X	X	X
Allaitement		X				
Etat physiologique x numéro de saillie			X	X		
Etat physiologique x numéro de portée					X	

II . RESULTATS

Le tableau 5 indique les moyennes globales obtenues pour les différents caractères analysés dans le modèle. Le coefficient de variation (R) explique la part de variabilité du caractère due au modèle.

Le nombre total d'observations enregistrées au cours de l'expérience est de 1101. L'analyse des taux de fertilité et de mises bas a porté sur 999 données. Le nombre de données utilisées pour l'analyse de la réceptivité est de 771; les nullipares n'ont pas subi de test de réceptivité et 120 données n'ont pas été enregistrées. L'analyse de la prolificité et de ses composantes a porté sur 469 données pour les nés vivants et nés totaux; 224 pour les corps jaunes totaux et 223 pour les embryons totaux. Le poids des femelles à l'insémination a été analysé (1101 données). Une analyse de la fonte du cheptel a été réalisée à partir de l'âge des femelles à la dernière insémination pour les deux types génétiques.

1 . ANALYSE DE LA RECEPTIVITE DES FEMELLES

Les résultats d'analyse de la réceptivité selon les effets principaux considérés sont reportés dans le tableau 5. Le taux de réceptivité moyen déterminé dans le modèle est de $55\% \pm 5$, avec un coefficient de détermination de 1.1%.

1.1. EFFET DU TYPE GENETIQUE DE LA FEMELLE (TABLEAU 5)

Les femelles appartenant à la souche 1029 ont un taux de réceptivité moyen plus faible que celui déterminé sur les femelles 1077 (53 % vs 57,1 %), cependant les écarts ne sont pas significatifs (figure 7).

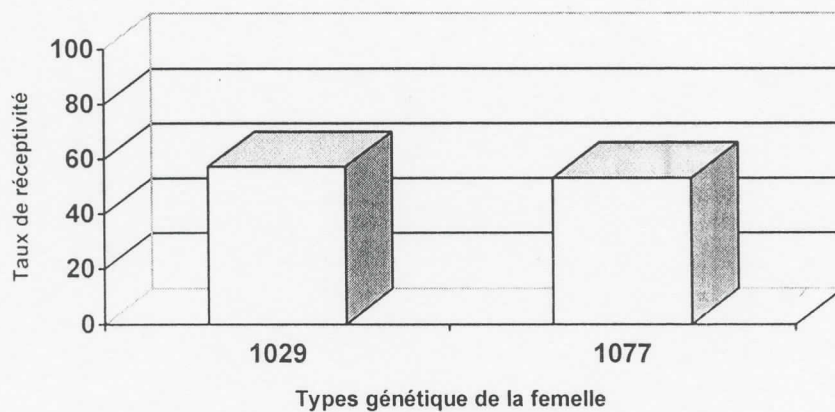


Figure 7 : Taux de réceptivité pour les 2 types génétiques femelles

Tableau 5: Part de variabilité du modèle pour les différents caractères analysés et la signification statistique

Variables	Nombre d'observation	DDL	Moyenne globale + écart type résiduel	Coefficient de variation	F	Signification statistique
Réceptivité (%)	771	770	55,6 ± 5	89,2	1,26	Non significative
Taux de fertilité (%)	999	998	52 ± 4,7	90,68	8,70	***
Taux de mise bas (%)	999	998	44,5 ± 5	10,6	5,01	***
Nés totaux	469	468	8,01 ± 3,29	41,12	2,22	**
Nés vivants	469	468	7,05 ± 3,52	49,9	3,22	***
Corps jaunes totaux	224	223	12,40 ± 2,43	19,6	7,46	***
Embryons totaux	223	222	9,55 ± 3,54	37,05	3	***
Survie embryonnaire (%)	223	//	77,3 ± 24,3	31,4	1,31	Non significative
Survie fœtale (%)	216	215	85,1 ± 16,3	19,1	0,55	Non significative
Survie prénatale (%)	216	215	65,4 ± 23,6	36,1	1,09	Non significative
Poids des femelles à la saillie (g)	1101	1100	4102,74 ± 401	9,79	8,02	***

1.2. EFFET DE L'ALLAITEMENT

Les femelles allaitantes sont en moyenne moins réceptives que les non allaitantes (52,4% vs 57,72%), la différence n'est pas significative. L'interaction type génétique de la femelle avec l'état d'allaitement ne révèle pas de différences entre les deux souches, quelles soient allaitantes ou pas (figure 8).

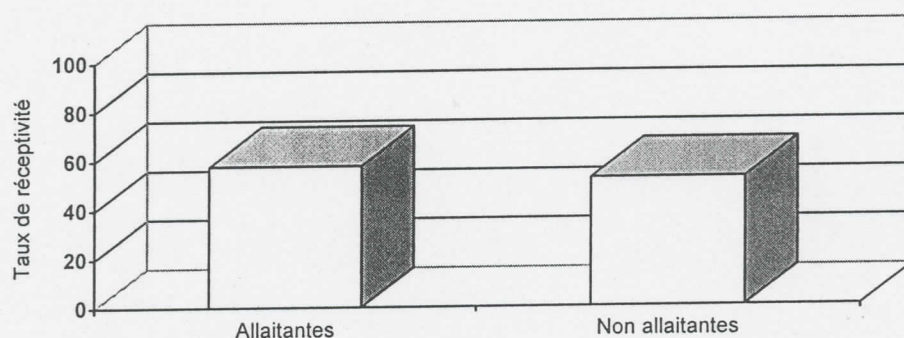


Figure 8 : Effet de l'allaitement sur le taux de réceptivité des femelles

1.3. EFFET DU NUMERO D'INSEMINATION

La réceptivité des femelles en première insémination n'a pas été déterminée. Le taux de réceptivité analysé pour les cinq inséminations (Tableau 6) montre une diminution de ce taux avec le numéro d'insémination, le taux le plus élevé est observé en insémination numéro 2 : 60,18% contre 47,51% en insémination 6 (figure 9), cependant les écarts ne sont pas significatifs.

L'analyse de l'interaction entre le type génétique des femelles et leur numéro d'insémination dans le modèle n'a pas montré d'effets significatifs sur la réceptivité.

Tableau 6 : Performances moyennes des femelles, selon les effets principaux (estimés et l'écart type de l'estimée).

Variables	Effectif	Taux de réceptivité	Effectif	Taux de fertilité	Effectif	Taux de mises bas
Coefficient de détermination		2%		13%		12%
Type génétique de la femelle:						
1029	362	57,12 ± 2,6	473	54 ± 2,4	473	42,88 ± 2,4
1077	409	52,98 ± 2,5	526	51,03 ± 2,2	526	42,22 ± 2,2
Type génétique du mâle						
1029			517	52,36 ± 2,4	517	43,66 ± 2,3
1077			482	52,56 ± 2,3	482	41,44 ± 2,4
Interaction entre le type génétique femelle et mâle						
1029×1029			266	56,74 ± 3,08 a	266	48,31 ± 3,08a
1029×1077			207	51,04 ± 3,4 ab	207	37,44 ± 3,4b
1077×1029			251	48,00 ± 3,1 b	251	39,01 ± 3,1b
1077×1077			275	54,07 ± 3 ab	275	45,43 ± 3,0ab
Numéro d'insémination						
1	-	-	228	64,32 ± 3,1 a	111	58,08 ± 3,1 a
2	150	60,18 ± 4,2	150	55,68 ± 5,1 ac	150	46 ± 5,13 ac
3	175	59,92 ± 3,8	175	39,73 ± 3,8 bc	175	21 ± 3,8 bc
4	166	53,62 ± 4,1	166	58,47 ± 5,3 a	166	47,21 ± 5,3 a
5	139	54,01 ± 4,2	139	49,43 ± 4,0 c	139	41,72 ± 4,0 c
6	141	47,51 ± 4,2	141	47,13 ± 4,2 c	141	41,45 ± 4,2 c
Etat physiologique						
R ⁺ AL ⁺			169	59,70 ± 4,1 a	170	48,32 ± 4,1 a
R ⁺ AL ⁻			231	51,6 ± 4,6 ac	259	55,77 ± 3,2 a
R ⁻ AL ⁺			147	22,61 ± 4,5 b	147	18,58 ± 4,4 b
R ⁻ AL ⁻			186	41,23 ± 5,5 c	195	35,31 ± 4,2 c
Etat d'allaitement:						
- Allaitantes	454	57,72 ± 2,47				
- Non allaitantes	317	52,38 ± 2,96				

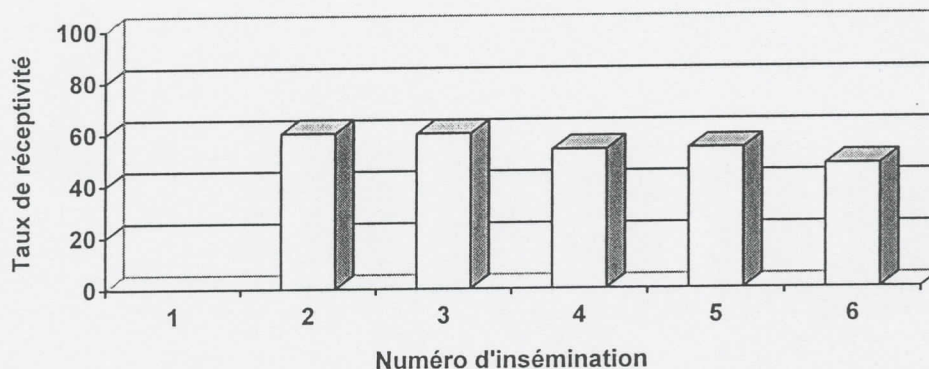


Figure 9 : Taux de réceptivité en fonction du numéro d'insémination

2. ANALYSE DES TAUX DE FERTILITE ET DE MISES BAS

Nous analyserons les effets du type génétique de la femelle, du mâle, du mode d'accouplement (en pur ou en croisement), du numéro d'insémination et de l'état physiologique des femelles qui combine à la fois la réceptivité et l'état d'allaitement, ainsi que l'effet de quelques interactions.

Les taux moyens de fertilité et de mises bas obtenus dans le modèle sont faibles, ils sont respectivement de 52 %, 44.5%, Le modèle n'explique que 13% de la variabilité de ces caractères. (tableau 4).

2.1. EFFET DU TYPE GENETIQUE DE LA FEMELLE

Les taux moyens de fertilité et de mises bas calculés pour les femelles 1029 et 1077 sont présentés dans le tableau 5 .Les femelles 1029 sont plus fertiles que les femelles 1077 (54 % vs 51%), les taux de mises bas enregistrés sont en moyenne comparables pour les femelles appartenant aux deux souches (43 % vs 42,2%). Le type génétique de la femelle n'influence pas les taux de fertilité et de mises bas, les différences entre les deux souches ne sont pas significatives (figure 10).

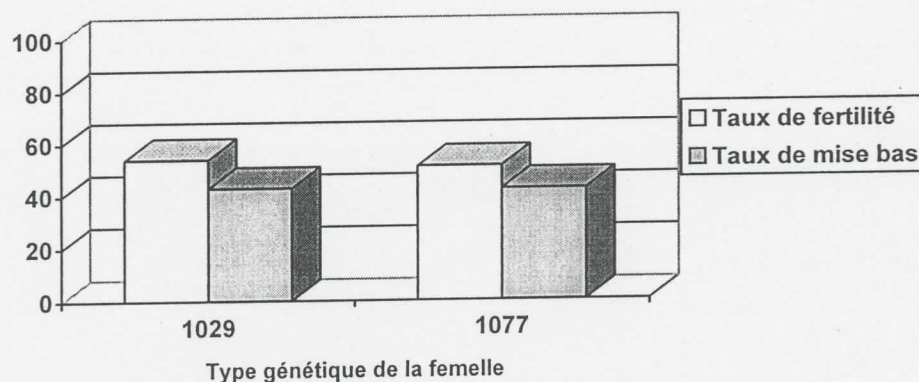


Figure 10 : Taux de fertilité et de mise bas des 2 types génétiques femelles

2.3. EFFET DU TYPE GENETIQUE DU MALE

L'analyse de l'effet du type génétique du mâle sur les taux de fertilité et de mises bas, ne montre aucun effet significatif (tableau 5). Les taux moyens enregistrés pour les mâles 1029 et 1077 sont comparables ; les taux de fertilité et de mises bas sont de l'ordre de 52,4% et 43,66% pour les mâles 1029, et de 52,56%, 41,44% pour les mâles 1077, les écarts ne sont pas significatifs (figure 11).

Le modèle d'analyse a mis en évidence un effet très significatif de l'interaction type génétique de la femelle avec le type génétique du mâle (1029*1029, 1029*1077, 1077*1029, 1077*1077) sur le taux de mises bas ($p < 0.01$) et un effet significatif sur le taux de fertilité ($p < 0.05$).

Les femelles 1029 et 1077 accouplées en pur enregistrent des taux de fertilité et de mises bas les plus élevés, ils sont de l'ordre de 56,74%, 54,07% pour le taux de fertilité et de 48,31%, 45,43% pour le taux de mises bas, les écarts entre les deux types d'accouplement ne sont pas significatifs (tableau 5).

Le croisement de femelles 1029 avec des mâles 1077 ou des femelles 1077 avec des mâles 1029, provoque une diminution des taux de fertilité et de mises bas. Les taux de mis bas sont de 37,44% et 39%, $p < 0,01$ pour les mises bas. Pour la fertilité, les taux enregistrés sont de 51% et 48%, $p < 0,05$ (figure 12).

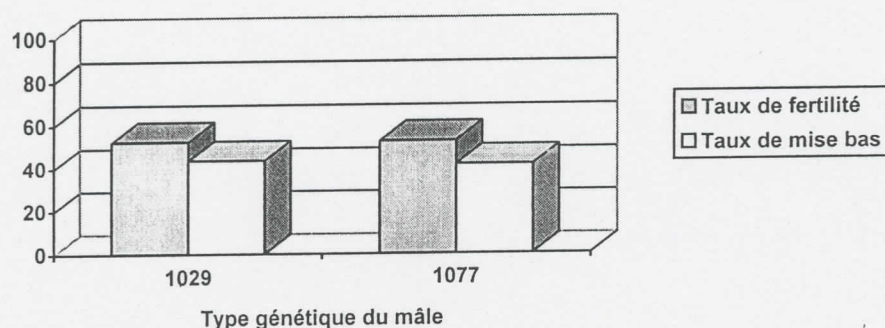


Figure 11 : Taux de fertilité et de mise bas pour les 2 types génétiques mâles

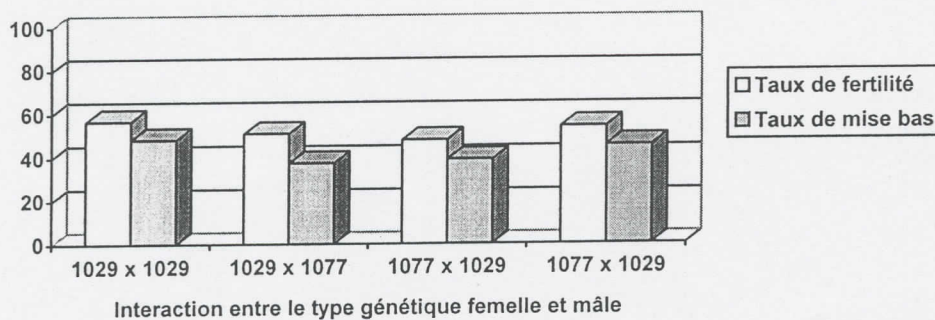


Figure 12 : Taux de fertilité et de mise bas pour les femelles 1029 et 1077 accouplées en pur ou en croisement

2.4. EFFET DU NUMERO D' INSEMINATION

La figure 13 illustre l'évolution des taux de fertilité et de mises bas en fonction du numéro d'insémination. Le modèle d'analyse de variance a mis en évidence un effet hautement significatif du numéro d'insémination sur les taux de fertilité et de mises bas ($p < 0,001$). Les taux de fertilité et de mises bas calculés en inséminations 1 et 2 et 4 sont en moyenne de même niveau (64,3 %, 57% et 58,47% pour le taux de fertilité ; 58,08%, 46% et 47,2% pour le taux de mises bas).

En insémination numéro 3, on enregistre une diminution des taux de fertilité et de mise bas (39,7% et 21%), la comparaison des taux moyens deux à deux indique des écarts hautement significatifs ($p < 0,001$) entre la 1^{ère} et la 3^{ème} insémination et très significatifs ($p < 0,01$) entre l'insémination 3 et les 2^{ème} et 4^{ème}. Cette chute des taux de fertilité et de mises bas à la 3^{ème} insémination pourrait être expliquée par le fait que les femelles pleines, palpées négatives, ont été réinséminées.

En insémination 5 et 6, les femelles ont des taux de fertilité et de mises bas comparables (49,4% vs 43,1% et 41,7% vs 41,4%), les écarts ne sont pas significatifs. Les taux de fertilité et de mises bas différent significativement des taux calculés en première insémination (tableau 5).

L'analyse de l'interaction type génétique femelle avec le numéro d'insémination ne montre aucun effet significatif sur les taux de fertilité et de mises bas. Ceci montre que l'évolution de ces deux paramètres avec le numéro d'insémination est indépendant de la souche.

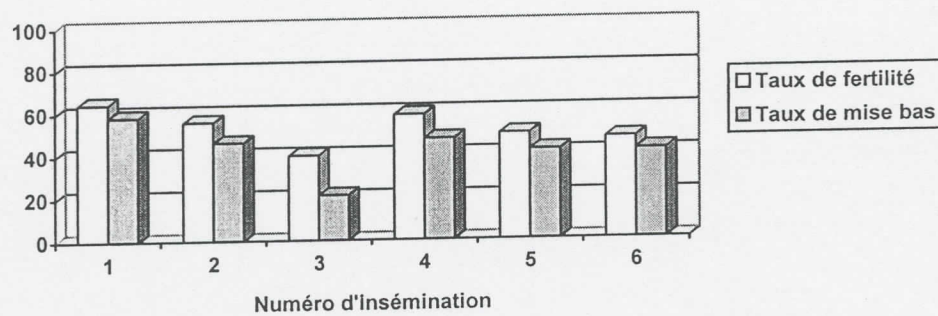


Figure 13 : Evolution du taux de fertilité et de mise bas avec le numéro d'insémination

2.5. EFFET DE L'ETAT PHYSIOLOGIQUE DES FEMELLES (TABLEAU 5)

Dans le deuxième modèle d'analyse de variance (sans la 1^{ère} insémination), l'état physiologique des femelles qui est une interaction entre la réceptivité et l'état d'allaitement (réceptives allaitantes, réceptives non allaitantes, non réceptives allaitantes et non réceptives non allaitantes), montre un effet hautement significatif sur les taux de fertilité et de mises bas (figure 14).

Les femelles non réceptives allaitantes enregistrent des taux de fertilité et de mises bas les plus faibles par rapport aux autres trois groupes: réceptives allaitantes, réceptives non allaitantes et non réceptives non allaitantes (22,61% vs 59,70%, 51,57% et 41,23% pour le taux de fertilité, $p < 0,01$ et 18,58% vs 48,32% ; 55,77% et 35,31% pour le taux de mises bas, $p < 0,001$).

L'analyse de l'interaction état physiologique des femelles avec le numéro d'insémination révèle des différences significatives des taux de fertilité et de mises bas entre les différents groupes de femelles.

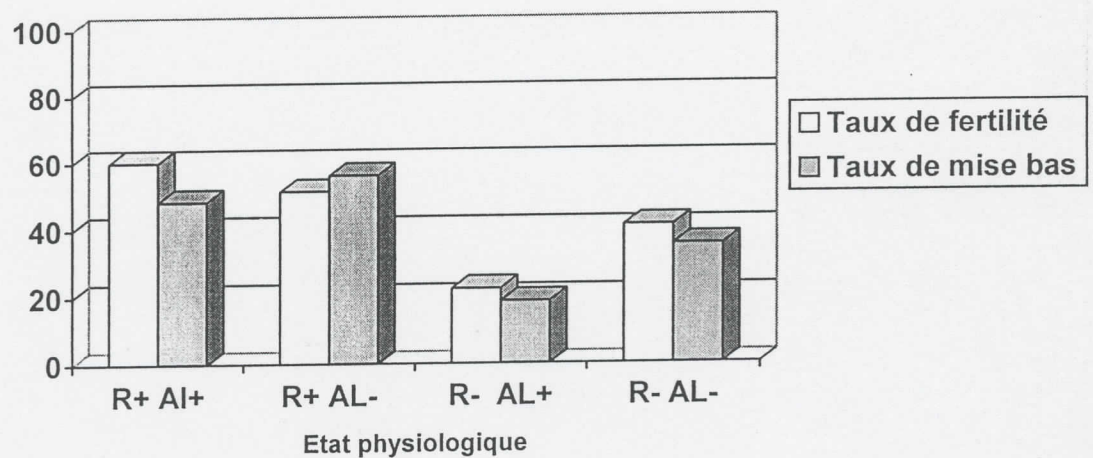


Figure 14 : Effet de l'état physiologique des femelles sur le taux de fertilité et de mise bas

3. ANALYSE DE LA PROLIFICITE A LA NAISSANCE

La taille de portée moyenne déterminée dans le modèle est de 7,05 ($\pm 3,52$) nés vivants et 8,01 ($\pm 3,29$) nés totaux, avec des coefficients de détermination de 10% et de 7% (tableau 4). Les résultats de l'analyse de variance de la prolificité selon les effets principaux considérés sont indiqués dans le tableau 6.

3.1. EFFET DU TYPE GENETIQUE DE LA FEMELLE

Le type génétique des femelles (1029 ou 1077) n'influence pas le nombre de nés vivants par portée, l'écart estimé calculé entre les deux types génétiques 1077 et 1029 est de 0,53 ($\pm 0,36$), mais il n'est pas significatif. Par contre, le nombre de nés totaux est significativement supérieur chez les femelles 1077 (tableau 6), l'écart estimé est de 0,71 ($\pm 0,36$) nés totaux ($p < 0,05$) (figure 15).

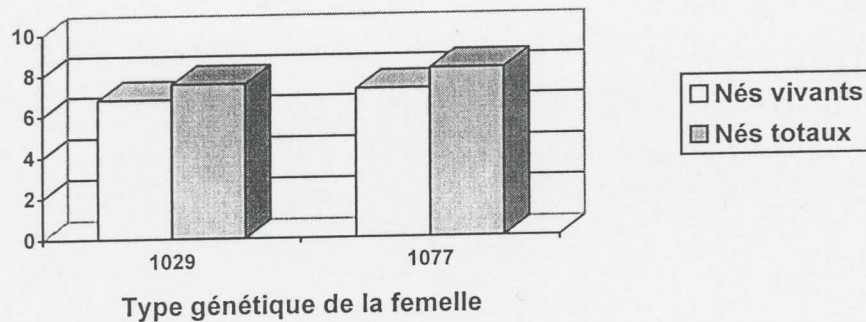


Figure 15 : Taille de portée déterminée dans les 2 types génétiques femelles

3.2. EFFET DU TYPE GENETIQUE DU MALE

Les effectifs moyens en nés vivants et nés totaux calculés pour les mâles 1077 et 1029 sont présentés dans le tableau 7. Le modèle d'analyse n'a pas mis en évidence l'effet du génotype du mâle sur la taille de portée à la naissance.

Le nombre de nés vivants et nés totaux déterminés chez les mâles 1029 et 1077, sont en moyenne comparables (6.92 vs 7.08 nés vivants et 7.79 vs 7.95 nés totaux), (figure: 16).

Les tailles de portée à la naissance déterminées dans l'analyse de l'interaction entre le type génétique de la femelle avec le type génétique du mâle (1029*1029, 1029*1077, 1077*1029, 1077*1077), sont de même niveau pour les nés vivants (6,93; 6,64; 7,02 et 7,63), (tableau: 6).

Tableau 7: Taille de portée à la naissance selon les effets principaux considérés (estimée et écart type de l'estimée)

Effets principaux	Effectif	Nés vivants	Nés totaux
Coefficient de détermination		9,92	6,90
Type génétique de la femelle:			
1029	222	6,78±0,27	7,54±0,25 a
1077	247	7,22±0,25	8,21±0,24 b
Type génétique du mâle :			
1029	250	6,92±0,25	7,79±0,24
1077	219	7,08±0,26	7,95±0,25
Interaction entre le type génétique femelle et mâle			
1029×1029	134	6,93±0,33	7,58±0,31a
1029×1077	88	6,64±0,39	7,53±0,37a
1077×1029	116	7,02±0,35	8,07±0,33ab
1077×1077	131	7,63±0,33	8,47±0,31 b
Numéro de portée:			
1	195	6,86±0,27 a	7,47±0,25 a
2	129	5,74±0,37 b	7,20±0,35 b
3 et plus	145	8,40±0,34 c	8,95±0,32 c
Etat physiologique:			
R ⁺ AL ⁺	77	7,62±0,45	8,52±0,43
R ⁺ AL ⁻	109	7,18±0,36	8,34±0,34
R ⁻ AL ⁺	24	6,72±0,81	7,34±0,77
R ⁻ AL ⁻	64	7,04±0,48	8,31±0,46

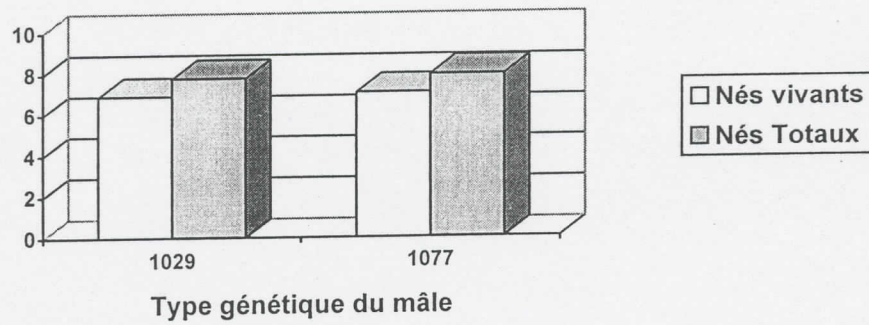


Figure 16 : Taille de portée à la naissance déterminée dans les 2 types génétiques mâles

Les tailles de portée à la naissance déterminées dans l'analyse de l'interaction entre le type génétique de la femelle avec le type génétique du mâle (1029*1029, 1029*1077, 1077*1029, 1077*1077), sont de même niveau pour les nés vivants (6,93; 6,64; 7,02 et 7,63), (tableau: 6). Par contre, pour les nés totaux, les femelles 1077 accouplées en pur ou en croisement, enregistrent en moyenne des effectifs supérieurs aux femelles 1029 pour les deux types d'accouplement (8,40; 8,07 vs 7,58 et 7,53); cependant, le modèle ne met pas en évidence d'effet significatif de l'interaction entre le génotype femelle et le génotype mâle sur la prolificité à la naissance (figure 17).

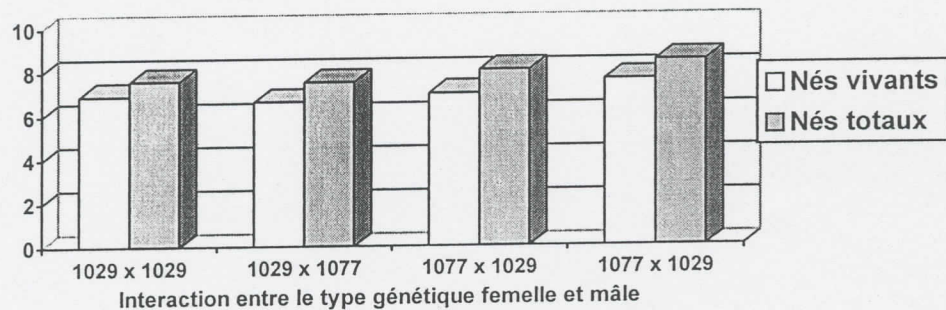


Figure 17 : Effet du mode d'accouplement sur la taille de portée à la naissance

3.3. EFFET DU NUMERO DE PORTEE

La figure 18 illustre l'évolution de la taille de portée à la naissance en fonction de la parité. Dans le modèle d'analyse de variance, la parité montre un effet hautement significatif sur les nés vivants ($p < 0,001$) et très significatif sur les nés totaux ($p < 0,01$).

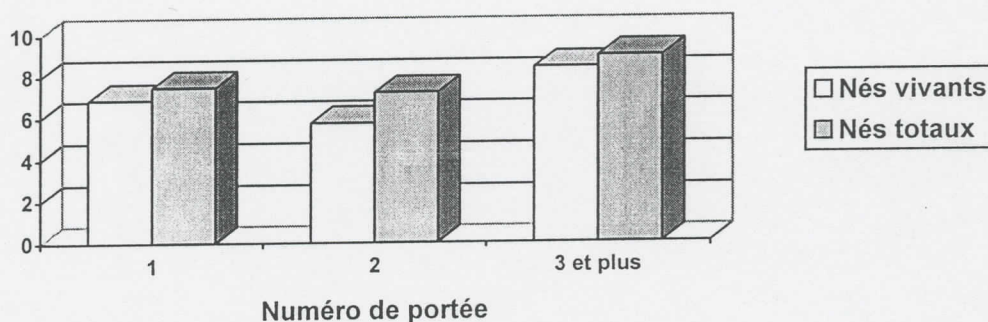


Figure 18 : Evolution de la taille de portée en fonction de la parité

La prolificité à la naissance (nés vivants et nés totaux) augmente avec le numéro de portée; les femelles multipares enregistrent des effectifs supérieurs par rapport aux ~~unipares~~ unipares et primipares (tableau 6). Les écarts estimés calculés entre les multipares et les ~~unipares~~ unipares sont de 1,59 ($\pm 0,42$) nés vivants et de 1,50 ($\pm 0,40$) nés totaux, $p < 0,001$.

La comparaison entre les primipares et les multipares révèle des différences très significatives entre ces deux groupes. Les écarts estimés calculés sont de l'ordre de 2,17 ($\pm 0,59$) nés vivants ($p < 0,001$) et de 1,38 ($\pm 0,59$) nés totaux ($p < 0,01$).

Entre les ~~unipares~~ unipares et les primipares, on observe une différence très significative pour les nés vivants (6,86 vs 5,74, $p < 0,01$). Par contre, pour les nés totaux, les effectifs sont comparables pour les deux groupes (7,47 vs 7,20).

L'analyse dans le modèle de l'interaction type génétique de la femelle avec le numéro de portée ne rapporte pas d'effet significatif sur la prolificité à la naissance.

3.4. EFFET DE L'ETAT PHYSIOLOGIQUE DES FEMELLES

L'état physiologique des femelles ne montre aucun effet significatif sur la taille de portée à la naissance (figure 19). Les femelles non réceptives allaitantes enregistrent des tailles de portée inférieures à celles calculées pour les trois autres groupes (Réceptives allaitantes, réceptives non allaitantes et non réceptives non allaitantes). On note 6,72 vs 7,62, 7,18 et 7,04 nés vivants et 7,34 vs 8,52, 8,34 et 8,31 nés totaux; cependant les écarts ne sont pas significatifs (tableau 6).

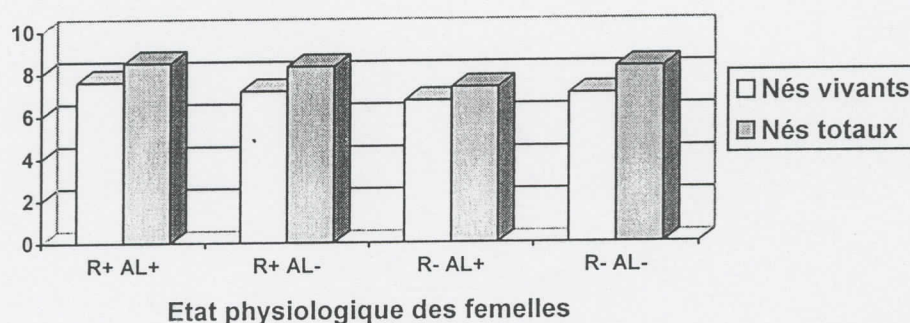


Figure 19 : Taille de portée à la naissance en fonction de l'état physiologique des femelles

Le modèle d'analyse ne montre aucun effet significatif de l'interaction génotype femelle avec l'état physiologique sur la prolificité à la naissance, ni d'effet de l'interaction état physiologique avec le numéro de portée. L'état physiologique ainsi que le numéro de portée agissent indépendamment du type génétique des femelles.

4 . ANALYSE DES COMPOSANTES DE LA PROLIFICITE

Les résultats d'analyse des composantes de la prolificité à savoir le nombre de corps jaunes totaux et d'embryons totaux comptés sur des femelles endoscopées à 12 jours de gestation, ainsi que les taux de survie embryonnaire, foetale et prénatale en fonction des différents effets considérés dans le modèle sont présentés dans les tableaux 8 et 9.

Les moyennes globales obtenues dans le modèle en corps jaunes totaux et embryons totaux sont respectivement de $12,4 \pm 2,42$ et $9,5 \pm 3,55$, avec des coefficients de détermination de 31% et 14%. Les taux de survie (SE, SF ET SP) sont de l'ordre de 77%, 85% et 65% (tableau 4).

Tableau 8: Les composantes de la taille de portée, selon les effets principaux considérés (Estimée et écart type de l'estimée).

Effets principaux	Effectifs	Corps jaunes totaux	Embryons totaux	Survie embryonnaire
Coefficient de détermination		31%	15%	8%
Type génétique de la femelle:				
1029	111	11,41 ± 0,27 a	8,94 ± 0,41	79 ± 3
1077	113	13,66 ± 0,27 b	10,15 ± 0,42	75 ± 3
Type génétique du mâle :				
1029	114	12,49 ± 0,26	9,41 ± 0,40	76 ± 3
1077	110	12,58 ± 0,28	9,67 ± 0,42	77 ± 3
Interaction entre le type génétique femelle et mâle				
1029×1029	62	11,60 ± 0,34	8,87 ± 0,50	77 ± 3
1029×1077	49	11,21 ± 0,39	9,00 ± 0,58	80 ± 4
1077×1029	52	13,38 ± 0,36	9,96 ± 0,56	76 ± 4
1077×1077	61	13,94 ± 0,35	10,34 ± 0,52	74 ± 3
Numéro de portée				
1	77	11,12 ± 0,27 a	8,24 ± 0,40	75 ± 3
2	59	13,26 ± 0,44 b	9,66 ± 0,75	74 ± 5
3 et plus	88	13,22 ± 0,38 b	10,73 ± 0,55	82 ± 4
Etat physiologique				
R+ AL+	40	13,77 ± 0,43	10,66 ± 0,62	78 ± 4
R+ AL-	62	12,77 ± 0,34	10,25 ± 0,49	80 ± 3
R- AL+	7	13,07 ± 1,17	10,76 ± 1,67	84 ± 11
R- AL-	38	12,58 ± 0,48	9,00 ± 0,69	70 ± 4

Tableau 9: Analyse de la survie fœtale et de la survie prénatale, selon les effets principaux considérés (Estimée et écart type de l'estimée).

Effets principaux	Effectifs	Survie fœtale	Effectifs	Survie prénatale
Coefficient de détermination		3%		7%
Type génétique de la femelle:				
1029	107	87±2	107	67±2
1077	109	84± 2	110	62±2
Type génétique du mâle:				
1029	108	86±2	109	65±2
1077	108	84± 2	108	65±3
Interaction entre le type génétique femelle et mâle				
1029×1029	59	88±2	59	66±3
1029×1077	48	85±3	48	68±4
1077×1029	49	84±2	50	64±3
1077×1077	60	83±2	60	61±3
Numéro de portée:				
1	75	85±2	75	63±3
2	57	84±3	58	62±4
3 et plus	84	86±2	84	70±4
Etat physiologique:				
R+ AL+	39	83±2	39	65±4
R+ AL-	59	84±2	59	66±3
R- AL+	6	82±7	7	68±10
R- AL-	37	89±3	37	62± 4

4.1. EFFET DU TYPE GENETIQUE DE LA FEMELLE

La souche 1077 présente en moyenne $2,22 \pm 0,33$ corps jaunes totaux et $1,17 \pm 0,48$ embryons totaux de plus que la souche 1029 (tableaux 7 et 8). Les écarts sont hautement significatifs ($p < 0,001$) (figure 20). Par contre, les taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale sont supérieurs chez la souche 1029 (79% vs 75% SE ; 87% vs 84% SF et 67% vs 62% SP); cependant les écarts ne sont pas significatifs (figure 21).

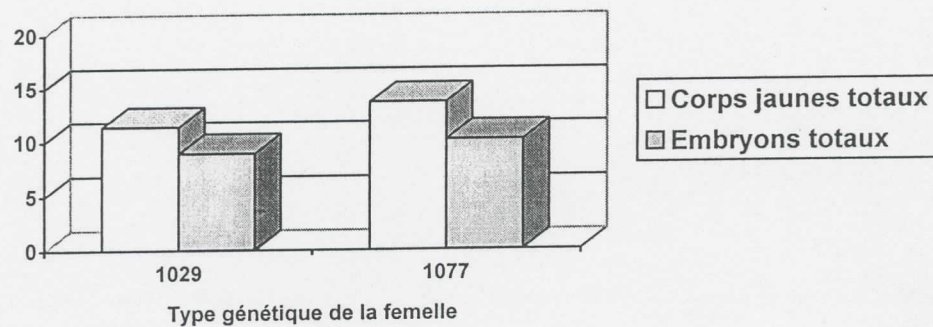


Figure 20 : Composantes de la prolificité en fonction du type génétique des femelles

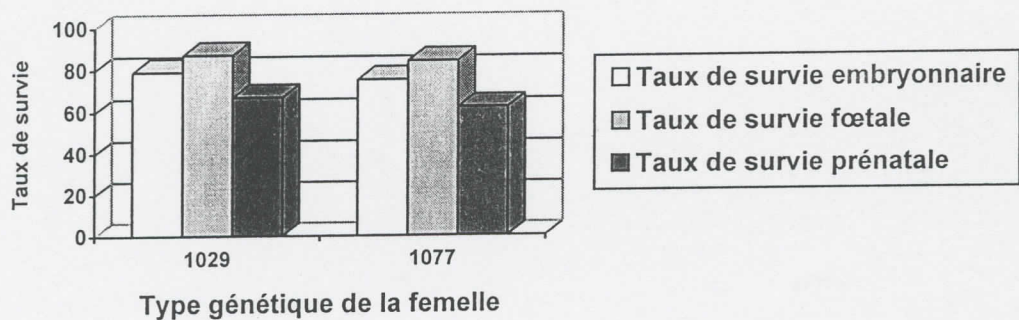


Figure 21 : Taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale en fonction du type génétique des femelles

4.2. EFFET DU TYPE GENETIQUE DU mâle (figures 22 et 23)

Le modèle d'analyse de variance ne met pas en évidence un effet significatif du type génétique du mâle sur les composantes de la prolificité. En effet, le nombre moyen de corps jaunes totaux, d'embryons totaux et les taux de survie calculés pour les mâles 1029 et 1077 (tableaux 7 et 8) sont de même niveau (12,49 vs 12,58 CJT et 9,43 vs 9,74 EMBT) (tableau 9); les taux de survie (SE, SF et SP) sont respectivement de 76%, 86% et 65% pour la souche 1029, de 74%, 84% et 65% pour la souche 1077 (tableau 7).

L'interaction type génétique femelle avec le type génétique mâle ne montre aucun effet significatif sur les composantes de la prolificité. Les effectifs moyens enregistrés pour les quatre types d'accouplement sont données dans le tableaux (7 et 8).

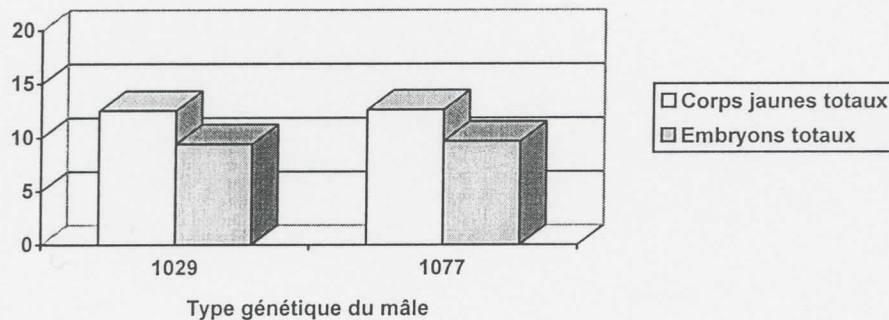


Figure 22 : Composantes de la prolificité en fonction du type génétique mâle.

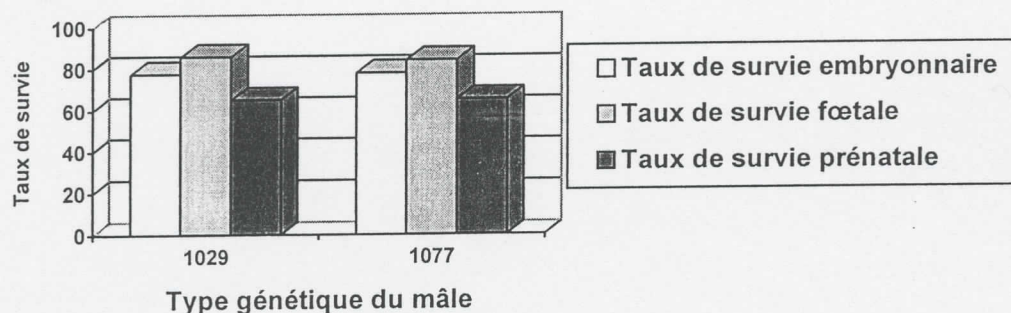


Figure 23 : Taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale en fonction du type génétique mâle

4.3. EFFET DU NUMERO DE PORTEE

Les figures 24 et 25 indiquent l'évolution des composantes de la prolificité en fonction du numéro de portée. Le nombre de corps jaunes totaux et d'embryons totaux augmente de façon hautement significative avec le numéro de portée (tableau 9). Les écarts estimés entre les multipares et les unipares sont de $2,08 \pm 0,47$ corps jaunes totaux et de $2,53 \pm 0,68$ embryons totaux ($p < 0,001$). Pour les taux de survie (tableau 7), les écarts estimés entre les deux groupes de femelles ne sont pas significatifs, ils sont de 7% pour les survie embryonnaire et prénatale et de 1% pour la survie fœtale.

La comparaison entre les multipares et les primipares révèle des écarts estimés non significatifs. Entre les primipares et les unipares, nous n'avons pas estimé les écarts, la comparaison des moyennes deux à deux indique des différences hautement significatives pour le nombre de corps jaunes totaux (13,28 vs 11,14, $p < 0,001$) et non significatives pour les embryons totaux (9,66 vs 8,28); les taux de survie sont en moyenne de même niveau (74% vs 75% ES, 85% vs 84% FS et 61% vs 63% PS).

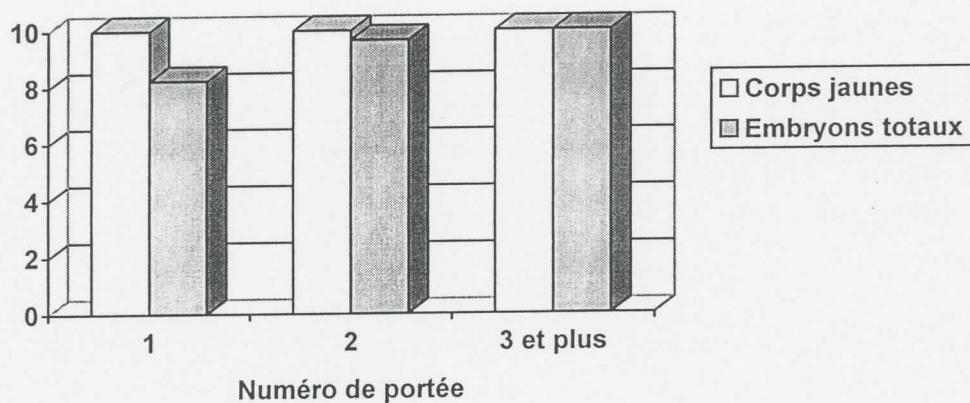


Figure 24 : Evolution des composantes de la prolificité avec le numéro de portée

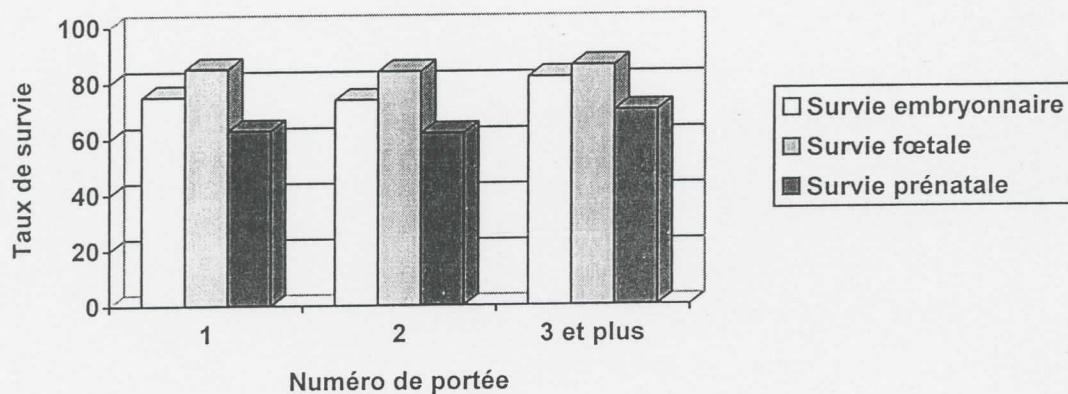


Figure 25 : Evolution des taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale avec la parité

4.4. EFFET DE L'ETAT PHYSIOLOGIQUE DES FEMELLES

L'état physiologique des femelles n'influence pas les composantes de la prolificité (figures 26 et 27). Les femelles réceptives ou non réceptives allaitantes enregistrent en moyenne le même nombre de corps jaunes totaux et d'embryons totaux (13,77 vs 13,07 et 10,66 vs 10,76). Le nombre moyen déterminé pour les femelles non allaitantes quelles soient réceptives ou pas, est respectivement de 12,77 et 12,58 corps jaunes totaux et de 10,25 et 9 embryons totaux. Les écarts entre les quatre groupes de femelles ne sont pas significatifs (tableau 7).

Les taux de survie (SE, SF et SP) sont en moyenne comparables pour les quatre groupes de femelles; ils varient entre 70,4% et 84% pour la survie embryonnaire, entre 82 et 89,3% pour la survie fœtale et entre 64 et 68,4% pour la survie prénatale (tableaux 7 et 8).

Le modèle d'analyse de variance ne met pas en évidence un effet de l'interaction type génétique femelle avec l'état physiologique; par contre un effet significatif de l'état physiologique intra numéro de portée a été mis en évidence pour le nombre de corps jaunes totaux ($p < 0,05$). La comparaison des moyennes deux à deux (tableau 10) indique des différences dues plus à l'effet parité qu'à l'état physiologique des femelles. On note cependant que les effectifs enregistrés pour les femelles non réceptives allaitantes en portées 2 et 3 sont très faibles (3 et 4).

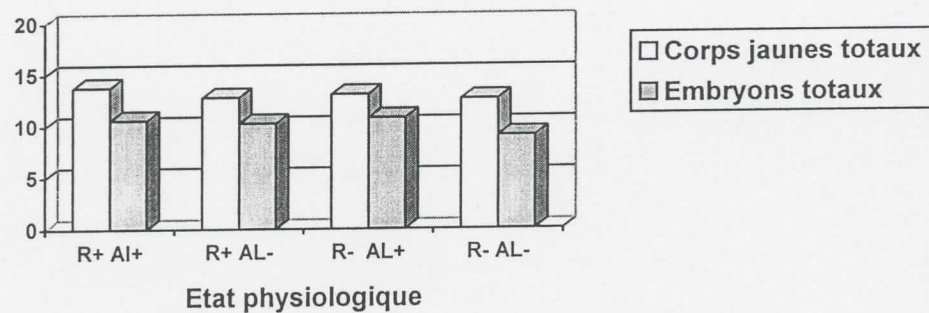


Figure 26 : Effet de l'état physiologique des femelles sur les composantes de la prolificité

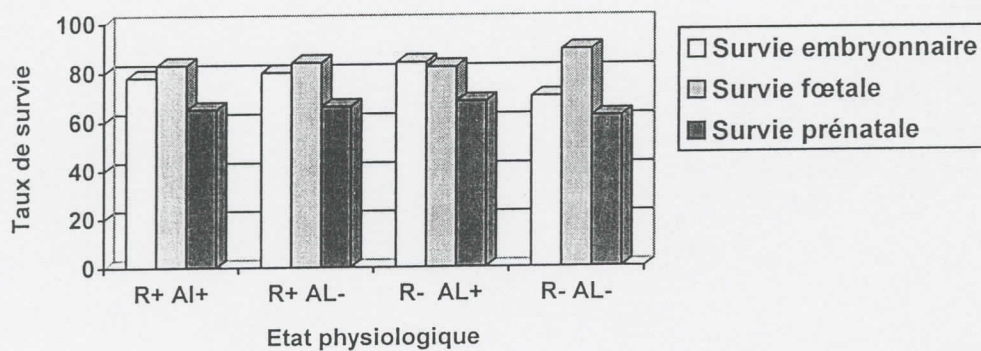


Figure 27 : Effet de l'état physiologique des femelles sur les taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale

III. DISCUSSION

Dans cette partie, nous discuterons les différents effets qui modifient les paramètres de reproduction à savoir les effets génétiques et les effets liés à l'état physiologique des femelles. L'âge des femelles à la dernière insémination sera brièvement discuté, vu le manque de données concernant cette variable.

1. EFFET DU TYPE GENETIQUE FEMELLE

1.1. SUR L'AGE DES FEMELLES A LA DERNIERE INSEMINATION

Durant l'expérience qui a duré 7 mois, les deux génotypes ont réalisé en moyenne le même nombre de ~~mortés~~ ^{portés}. En général, nous n'avons pas eu beaucoup d'élimination pendant l'étude, vue que le pourcentage de femelles éliminées le plus élevé est constaté à l'âge de 320 jours, correspondant à la fin de l'étude. La réforme a été provoquée par un arrêt volontaire de production. COUDERT et BRUN (1990), dans l'analyse du comportement sanitaire des femelles californiennes et néo-zélandaises, ont mis en évidence des différences significatives entre génotypes. La souche néo-zélandaise a des taux de mortalité et d'élimination inférieurs à ceux de la souche californienne; les femelles sont à la fois allaitantes et gestantes. La cause principale de son élimination est la cachexie.

1.2. SUR LA RECEPTIVITE

Nos résultats montrent que la réceptivité est un caractère indépendant du type génétique, cependant les femelles 1077 apparaissent plus réceptives que les femelles 1029. HULOT et al. (1988) observent des différences non significatives du taux de réceptivité en fonction de la souche. Les femelles californiennes sont du moins plus réceptives que les femelles néo-zélandaises (48% vs 38%, $p < 0,10$). Le taux calculé pour la souche 1077 est inférieur à celui observé dans notre étude.

1.3. SUR LA FERTILITE ET LE TAUX DE MISES BAS

BOLET (1994a) signale une variabilité de la fertilité en fonction de la souche, mais peu de travaux se sont consacrés à l'étude de cette variable. Malgré que les différences ne soient pas significatives, nos résultats montrent que les femelles 1029 sont plus fertiles, par contre le taux de mise bas est identique à celui de la souche 1077.

HULOT et MATHERON (1979) et BOLET et al. (1990, 1991) rapportent des différences de fertilité en fonction de la souche. HULOT et MATHERON (1979), rapportent que Les femelles de la souche petit russe (de petit format) sont plus fertiles que les femelles néo-zélandaises ou californiennes, mais l'écart n'est pas significatif. Ces mêmes auteurs, dans une étude réalisée sur les deux types génétiques (1077 et 2066) en 1981, ne mettent pas en évidence des différences de fertilité (définie comme le nombre de femelles ovulant et gestant par rapport aux nombre de saillies) en fonction du type génétique, les auteurs enregistrent les mêmes fréquences d'ovulation (63%) et des taux de gestation de l'ordre de 49% et 57% chez les femelles 2066 et 1077. Nos résultats sont en accord avec ceux obtenus par ces auteurs.

Par contre, BRUN et SALEIL (1994), dans une estimation en ferme de l'effet de l'hétérosis sur les performances de reproduction entre les deux souches 1077 et 2066, constatent un effet significatif du génotype de la femelle sur la fertilité (qui est mesurée par le nombre de saillies pour obtenir une mise bas). Les femelles 2066 sont moins fertiles que les femelles 1077.

1.4. SUR LES COMPOSANTES DE LA PROLIFICITE

Les résultats de l'analyse des composantes de la prolificité mettent en évidence un effet significatif du type génétique femelle en faveur de la souche 1077 pour le nombre de corps jaunes totaux et d'embryons totaux comptés à 12 jours de gestation. Par contre les taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale sont comparables dans les deux souches. Le maintien de la souche en population fermée et sans sélection peut être à l'origine de ces résultats. En effet le coefficient de consanguinité est de 25% chez cette souche (DE- ROCHAMBEAU, 1986). Les différences entre les deux types génétiques mises en évidence dans notre étude confortent les résultats obtenus par BOLET et THEAU-CLEMENT (1994) sur les femelles 1077 et 2066, écart en corps jaunes totaux calculé est de $0,6 \pm 0,2$, $p < 0,01$. Les auteurs ne montrent pas de différences pour le nombre d'embryons vivants et le taux de survie embryonnaire. Nos résultats corroborent avec ceux obtenus par HULOT et MATHERON (1979 ; 1981); BOLET et al. (1988) qui montrent des différences du nombre d'embryons entre les types génétiques.

La différence en corps jaunes totaux déterminée entre les deux types génétiques 1029 et 1077 peut être due soit à un nombre de follicules pré ovulatoires supérieurs chez la souche néo-zélandaise soit à une différence de sensibilité de l'ovaire à la LH ou FSH (HULOT et MARIANA, 1982 ; Meunier et al., 1982).

Les moyennes en corps jaunes totaux et embryons totaux, obtenues dans notre expérience pour la souche 1029 sont supérieures par rapport à celles rapportées par d'autres auteurs.

DE-ROCHAMBEAU (1986), sur un effectif de femelles plus faible (34), rapporte des valeurs de 10,5 corps jaunes totaux, 7,9 embryons vivants et 8,9 sites d'implantation. BOLET et al. (1988), BOLET (1994b) et BOLET et al. (1996) chez la même souche, rapportent des valeurs qui oscillent entre 10,9 et 9,9 corps jaunes totaux et entre 9,3 et 7,9 embryons implantés. Pour la souche 1077, Les auteurs rapportent des valeurs de 11,4 corps jaunes totaux, 9,7 embryons implantés et 9,7 embryons vivants (BOLET et al., 1988). Les valeurs sont plus faibles à celles observées dans notre étude.

On observe également que l'écart en corps jaunes totaux (2,22, $p < 0,001$) par rapport au nombre d'embryons totaux calculés à 12 jours de gestation (1,17, $p < 0,01$) pour les deux types génétiques est plus important. Ceci pourrait être expliqué par des échecs dans la fécondation et le développement des embryons (TORRES et al., 1987 ; BOLET et al., 1990b ; FAYOS et al., 1994). Selon TORRES et al. (1987), ces échecs peuvent être dus à l'étalement des ovulations ou à la qualité des spermatozoïdes et les conditions de leur transit dans le tractus génital femelle.

1.5. TAILLE DE PORTEE A LA NAISSANCE

Les tailles de portées analysées montrent une supériorité de la souche 1077 pour les nés vivants et les nés totaux par rapport à la souche 1029. Cependant la seule différence significative observée concerne les nés totaux (0,71, $p < 0,04$), les écarts observés en corps jaunes totaux et embryons totaux (2,22 et 1,17) entre les deux types génétiques s'estompent à la naissance.

Ceci pourrait s'expliquer par les meilleurs taux de survies embryonnaire, fœtale et prénatale enregistrés chez la souche 1029 (les écarts ne sont pas significatifs). En ce sens, la souche 1029 compense ses faibles effectifs en corps jaunes totaux et embryons totaux par des meilleurs taux de survie. Les deux souches ont des tailles de portée en nés vivants comparables.

l'écart significatif estimé en nés totaux entre les deux types génétiques femelles peut être due à une mortalité des lapereaux à la naissance plus importante chez la souche 1029. La mortalité à la naissance a été enregistrée mais n'a pas fait l'objet d'une analyse. Nos résultats confortent les résultats ultérieurs de HULOT et MATHERON (1979 ; 1981) ; MATHERON et MAULEON (1979) ; BOLET et al. (1991), BRUN et ROUVIER (1984 ; 1988), BRUN et SALEIL (1994), POUJARDIEU et THEAU-CLEMENT (1995), qui rapportent des différences de taille de portée en fonction des types génétiques.

D'autre part, les tailles de portées obtenues dans notre étude pour la souche 1029 sont comparables à celles rapportées par BOLET (1994b), les valeurs sont de l'ordre de $7,2 \pm 0,2$ nés totaux et $6,7 \pm 0,2$ nés vivants.

1.6. SUR LE POIDS DES FEMELLES A L'INSEMINATION

POUJARDIEU (1986) rapporte que le poids d'une reproductrice dépend de ses propres potentialités de croissance modulés par les conditions de milieu. Les femelles appartenant aux deux types génétiques ont des poids vifs comparables. Ce sont deux souches de format moyen.

HULOT et al. (1988) n'observent pas de différences du poids des femelles à la saillie en fonction de la souche, les femelles 1077 ont un poids vif comparable à celui des femelles 2066 (3290g vs 3324g). Les valeurs sont inférieures à celles obtenues dans notre étude pour la souche 1077 (4139g).

2. EFFET DU TYPE GENETIQUE MALE

2.1. SUR LA FERTILITE ET LE TAUX DE MISE BAS

Les mâles appartenant aux deux souches permettent des taux de fertilité et de mises bas identiques, nos résultats ne mettent pas en évidence un effet significatif du mâle sur la fertilité des femelles. HULOT et MATHERON (1979) soulignent que les origines génétiques paternelles ont peu d'incidence sur la fertilité des femelles, les taux de fertilité déterminés avec les mâles californiens, néo-zélandais et petit russe sont respectivement de 65,7%, 65,8% et 63,2%.

L'interaction entre les types génétiques mâle et femelle (1029*1077 ou 1077*1029) montre un effet négatif du croisement sur la fertilité et le taux de mises bas. Les meilleurs résultats sont obtenus pour les croisements en pur. Nos résultats corroborent les résultats obtenus par BRUN et ROUVIER (1988). Par contre, HULOT et MATHERON (1979), rapportent un effet positif du croisement sur la fertilité des femelles appartenant à la race petit russe. En effet les femelles croisées avec des mâles californiens ou néo-zélandais ont une fertilité supérieure à celles des races pures (70,6% et 75,5% vs 59,1%).

BOLET et THEAU-CLEMENT (1994), dans une analyse des taux de gestation des femelles 1077 et 2066 croisées en pur ou en croisement, ne rapportent pas une différence entre les deux génotypes mâles pour ce paramètre, mais le croisement en pur des femelles 2066 avec des mâles 2066 entraînent une diminution du taux de fécondation, les auteurs l'attribuent plus à la qualité des gamètes mâles et femelles de la souche 2066 qu'à un effet positif du croisement.

2.2. SUR LES COMPOSANTES DE LA PROLIFICITE

Dans cette étude, l'effet du mâle n'apparaît sur aucun paramètre des composantes. Le nombre d'ovules pondus est pour l'ensemble des auteurs un caractère propre à la femelle, Il n'a pas été mis en évidence d'effet du mâle sur le taux d'ovulation (MATHERON et MAULEON, 1979).

Peu d'auteurs rapportent un effet du mâle sur la viabilité et le nombre d'embryons, HULOT et MATHERON (1979) soulignent l'influence significative du mâle sur le nombre de sites et d'embryons. Ces auteurs expliquent cet effet par la combinaison du pouvoir fécondant du sperme et de la viabilité des embryons dans le tractus génital de la femelle.

Le croisement en pur et réciproque des femelles 1029 ou 1077 n'améliore pas les composantes de la prolificité. Les femelles croisées ont des effectifs en corps jaunes totaux et embryons totaux comparables aux résultats obtenus sur les femelles pures. Contrairement à nos résultats, BOLET et al. (1990, 1991) soulignent l'intérêt des femelles croisées A2066 X A1077 qui enregistrent des moyennes en corps jaunes totaux et embryons vivants à 12 jours supérieures aux femelles 1077 et 2066 croisées en pur (15,1 vs 13,8 et 14,5 corps jaunes et 12,4 vs 10,4 et 9,8 embryons vivants).

MATHERON et MAULEON (1979), montrent que le nombre d'embryons ainsi que les survies embryonnaire, fœtale et prénatale dépendent à la fois des effets de la mère et des effets des embryons. Nos résultats montrent que les composantes de la prolificité dépendent plus de la femelle que du mâle. Ce qui est en accord avec les observations faites par ces auteurs.

2.3. SUR LA PROLIFICITE A LA NAISSANCE

Les mâles appartenant aux deux souches 1029 et 1077 permettent des tailles de portée comparables. L'interaction entre le type génétique 1029 avec le type génétique 1077 entraînent une chute de la taille de portée à la naissance chez les femelles croisées. Contrairement à nos observations, HULOT et MATHERON (1981), montrent un effet significatif du génotype du mâle sur la taille de portée à la naissance, le père Néo-zélandais a un effet positif de 0,33 et 0,56 lapereaux sur les nés vivants et les nés totaux. Le croisement améliore la taille de portée à la naissance, les meilleures performances sont obtenues avec le croisement du néo-zélandais avec le californien (BRUN et ROUVIER, 1984 ; 1988 ; BOLET et al., 1990) ; ce qui s'oppose à nos résultats.

3. EFFET DE L'ETAT PHYSIOLOGIQUE DES FEMELLES

3.1. EFFET DE L'ALLAITEMENT SUR LA RECEPTIVITE

THEAU-CLEMENT et al. (1990), ont montré que les lapines allaitantes au stade 3-5 jours de lactation sont significativement moins réceptives que les non allaitantes (71 vs 39%). Le nombre de lapereaux sous la mère au moment de la saillie affecte de façon négative le comportement d'acceptation de l'accouplement tant en I.A qu'en saillie naturelle (DIAZ et al., 1988 ; GARCIA et PEREZ, 1989, stade 10 - 11 jours de lactation ; THEAU-CLEMENT et al., 1990, stade 3 - 4 jours de lactation). Ces auteurs soulignent l'effet dépressif de l'allaitement sur le taux d'acceptation de l'accouplement.

Nos résultats ne montrent pas de différence entre les femelles non allaitantes et les allaitantes 10 jours après mise bas sur la réceptivité. Ils sont en accord avec ceux obtenus par PLA et al. (1984); THEAU-CLEMENT et POUJARDIEU (1994). La réceptivité des non allaitantes et des allaitantes 10 jours après mise bas est de même niveau (45,5 vs 59,8 p.100) (THEAU-CLEMENT, 1994).

3.2. SUR LA FERTILITE ET LE TAUX DE MISE BAS

La combinaison de la réceptivité et de l'état d'allaitement révèle chez les lapines non réceptives allaitantes des taux de fertilité et de mises bas faibles. En insémination artificielle, les femelles sont soumises à des saillies forcées, ce qui peut expliquer les faibles performances obtenues chez les femelles non réceptives. Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par THEAU-CLEMENT et al. (1990); THEAU-CLEMENT et ROUSTAN (1992) sur les femelles 1077 au stade 10 jours de lactation (41% et 46%).

Les femelles réceptives sont significativement plus fertiles et réalisent plus de mises bas que les non réceptives. Par ailleurs, nous n'avons pas observé d'effet de l'allaitement sur la fertilité et le taux de mises bas ces femelles. La fertilité et le taux de mises bas faibles des femelles non réceptives obtenus dans notre essai sont conformes aux observations de DELAVEAU (1978); THEAU-CLEMENT et al. (1990); THEAU-CLEMENT et ROUSTAN (1992); THEAU-CLEMENT et al. (1996).

Par contre chez les non réceptives, l'effet d'allaitement influence de façon négative les performances des femelles. Les femelles allaitantes enregistrent les performances les plus faibles. Donc l'allaitement apparaît agir que sur les lapines non réceptives. Ce qui est en accord avec les observations de THEAU-CLEMENT et ROUSTAN (1992) qui soulignent que l'antagonisme entre la lactation et la fonction de reproduction n'intervient que sur les allaitantes et non réceptives.

RODRIGUEZ et al. (1989) concluent que la sécrétion de prolactine pourrait être responsable d'une réponse plus faible à la GnRH (décharge moins forte par l'hypophyse de LH et FSH) chez les allaitantes peu réceptives. PECLARIS (1988) a démontré que la suppression de la prolactine pendant la lactation augmente la fertilité.

HAMADA et al. (1980) chez le lapin ont montré lors des perfusions en HCG (effet LH) dans la veine ovarienne que l'addition de prolactine au perfusât, réduit la fréquence d'ovulation. Cet effet serait dépendant de la dose.

LAMB et al. (1991) ont montré que seulement 64% des lapines allaitantes ovulent au stade 14 jours de lactation, et ont mis en évidence sur les femelles qui n'ovulent pas un défaut du pic de LH pré ovulatoire et des concentrations plasmatiques significativement plus faibles de 17β - oestradiol et de prolactine que chez les femelles qui ont ovulé.

THEAU-CLEMENT et ROUSTAN (1992) rapportent que la prolactine pourrait agir au niveau de l'hypophyse en diminuant sa sensibilité (décharge plus faible de LH et FSH), et au niveau de l'ovaire en inhibant les derniers stades de maturation folliculaire éventuellement l'ovulation et ou en influençant le nombre de récepteurs de LH des cellules folliculaires.

YOSHIMURA et al. (1992) ; KERMABON et al. (1994) suggèrent que l'antagonisme entre la réceptivité et la lactation pourrait être le reflet d'un antagonisme hormonal entre la prolactine et les hormones gonadotropes.

L'interaction entre l'état physiologique et le numéro d'insémination a révélé des différences significatives entre les quatre groupes de femelles. Les performances reproductives des lapines dépendent à la fois de la réceptivité, de l'état d'allaitement et du numéro d'insémination.

THEAU-CLEMENT et VRILLON (1989) et THEAU-CLEMENT et ROUSTAN (1992) signalent le rôle prépondérant de la réceptivité en relation avec la parité et l'état d'allaitement dans l'expression de la fertilité.

Selon POUJARDIEU et THEAU-CLEMENT (1995), en saillie naturelle, l'état physiologique qui combine à la fois l'état d'allaitement et la parité des femelles est un effet qui modifie les performances zootechniques mais dont il est difficile, à l'heure actuelle d'en prévoir l'intensité.

3.3. SUR LES COMPOSANTES DE LA TAILLE DE PORTEE

Contrairement aux auteurs qui ont mis en évidence un effet de l'état physiologique des femelles sur les composantes de la prolificité (THEAU-CLEMENT et al., 1990 ; THEAU-CLEMENT et ROUSTAN, 1992 ; FORTUN, 1993 ; THEAU-CLEMENT et POUJARDIEU, 1994). Nos résultats ne montrent pas de différences entre les quatre groupes de femelles. Les femelles non réceptives allaitantes ont des nombres de corps jaunes totaux et d'embryons totaux comparables à ceux obtenus chez les trois autres groupes des femelles (réceptives allaitantes et non allaitantes et les non réceptives non allaitantes), de même pour les taux de survie embryonnaire, fœtale et prénatale.

THEAU-CLEMENT et POUJARDIEU (1994) ont montré qu'à mi gestation, les femelles réceptives produisent trois fois plus d'embryons vivants que les non réceptives. Les allaitantes ont moins d'embryons que les non allaitantes (4 vs 5,3).

Les résultats obtenus dans notre essai n'ont pas mis en évidence un effet de l'état physiologique des femelles sur les composantes de la prolificité. Ceci pourrait être du soit à l'erreur de manipulation survenue au cours de l'étude, soit à un déséquilibre au niveau des effectifs analysés pour chaque groupe de femelles. L'analyse a portée sur des effectifs très faibles de femelles non réceptives allaitantes par rapport aux effectifs des trois autres groupes (6-7).

3.4. SUR LA PROLIFICITE A LA NAISSANCE

Les tailles de portée exprimées en nés vivants et nés totaux sont de même niveau dans les quatre groupes de femelles. Nos résultats s'opposent à ceux obtenus par THEAU-CLEMENT et ROUSTAN (1992); THEAU-CLEMENT et POUJARDIEU (1994); ces auteurs observent une chute des performances de prolificité chez les femelles non réceptives allaitantes.

L'effectif des femelles non réceptives allaitantes est seulement de 24 par rapport aux effectifs des femelles réceptives allaitantes et non allaitantes et non réceptives non allaitantes, 77, 109, 64 respectivement. Comme nous l'avons déjà cité, l'erreur de manipulation survenue au cours de l'expérience pourrait être à l'origine de ces résultats.

4. EFFET DU NUMERO D'INSEMINATION ET DU NUMERO DE PORTEE

4.1. SUR LA RECEPTIVITE

En insémination artificielle, les femelles sont inséminées quelle que soit leur réceptivité (saillie forcée). Indépendamment de la souche, Les femelles sont plus réceptives en début de leur mise en reproduction. Les primipares sont plus réceptives que les multipares. La réceptivité diminue avec le numéro d'insémination, ceci pourrait être dû à l'interaction entre l'allaitement et la remise des femelles en reproduction (intervalle saillie mise bas de 10 jours), les femelles en insémination 2 et plus se trouvent allaitantes. L'analyse de la réceptivité n'a pas fait l'objet de beaucoup d'étude. Dans les différentes références, elle est plus considérée comme un effet et non comme une variable.

4.2. SUR LA FERTILITE ET LE TAUX DE MISES BAS

Comme la réceptivité, La fertilité et le taux de mises bas diminuent avec le numéro d'insémination. La fertilité des femelles nullipares est plus importante que celle des primipares (2^{ème} insémination), et des multipares (3 IA et plus). Nos résultats sont en accord avec ceux de REBOLLAR et al. (1990) et THEAU-CLEMENT et ROUSTAN (1992) en insémination artificielle, qui observent une diminution de la fertilité des femelles avec le nombre d'inséminations.

POUJARDIEU et THEAU-CLEMENT (1995) en saillie naturelle, et THEAU-CLEMENT et al. (1996) en insémination artificielle rapportent que la parité influence la fertilité des femelles. Les femelles Unipares sont plus fertiles. REBOLLAR et al. (1990), THEAU-CLEMENT et al. (1996) obtiennent des valeurs de 62,3-63,6% vs 50,4 - 35,7 % respectivement. QUESTEL (1984) en saillie naturelle, souligne que seules les femelles les plus fertiles arrivent en parité élevée.

Dans notre étude, les taux de fertilité et de mises bas enregistrés à la 3^{ème} insémination sont faibles par rapport aux résultats de l'insémination numéro 4. Ceci pourrait être dû à la réinsémination des femelles pleines, ce qui a provoqué des avortements chez toutes ces femelles et qui expliquerait les faibles performances enregistrées.

4.3. SUR LES COMPOSANTES DE LA PROLIFICITE

Le nombre de corps jaunes totaux et d'embryons totaux augmentent avec la parité. Les femelles multipares pondent plus d'ovules et implantent plus d'embryons que les femelles ~~un~~ipares ou primipares.

HULOT et MATHERON (1979), observent une supériorité des multipares par rapport aux nullipares de 2,42 sur le nombre de corps jaunes totaux. Par contre, le nombre d'embryons diminue ainsi que les taux de survies embryonnaire et prénatale avec le numéro de portée. Ces auteurs expliquent ce phénomène par le vieillissement de l'utérus donc une diminution de la capacité utérine des femelles avec l'âge.

Nos résultats sont en accord avec ceux de BOLET et al. (1996) qui observent une augmentation des composantes de la prolicite avec la parité, cependant les taux de survie embryonnaire, foetale et prénatale ne sont pas modifiés.

4.4. SUR LA TAILLE DE PORTEE A LA NAISSANCE

Contrairement à la fertilité, la taille de portée à la naissance augmente avec la parité. Les multipares sont plus prolifiques que les ~~un~~ipares et les primipares. Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par HULOT et MATHERON (1979 ;1981), LEBAS et al. (1984) ; RAFEL et al. (1991) ; BOLET (1994b) ; THEAU-CLEMENT et POUJARDIEU (1995) ; BOLET et al (1995).

L'accroissement du nombre de corps jaunes totaux et d'embryons totaux a engendré une augmentation des tailles de portées en nés vivants et nés totaux avec la parité.

4- 5- SUR LE POIDS DES FEMELLES A LA SAILLIE

Un poids suffisant à la mise en reproduction et en cours de carrière est une condition nécessaire à l'expression d'une bonne productivité (POUJARDIEU, 1986). Le poids vif des femelles augmente avec le numéro d'insémination. Le poids adulte est atteint vers la 4^{ème} insémination. Les femelles peuvent être mises à la reproduction lorsqu'elles atteignent 80% du poids adulte (BOUSSIT, 1989 ; LEBAS, 1984 ; 1994). Peu de travaux se sont intéressés à l'analyse de ce paramètre. Certains auteurs ont étudié la relation entre le poids des femelles et le taux d'ovulation et rapportent une corrélation positive entre ces deux paramètres (HULOT et POUJARDIEU, 1990).

5. RELATION ENTRE LA TAILLE DE PORTEE ET SES COMPOSANTES

Les deux principales composantes qui peuvent permettre une amélioration de la prolificité sont le taux d'ovulation et le taux de survie embryonnaire (BOLET et BODIN, 1992).

L'estimation des corrélations phénotypiques entre la taille de portée et ses composantes pour chaque génotype (1029 et 1077) a mis en évidence que la taille de portée à la naissance exprimée en nés vivants et nés totaux dépend du nombre d'ovules pondus, du nombre d'embryons et des taux de survies embryonnaire, fœtale et prénatale. Les valeurs de corrélation obtenues sont comparables à celles rapportées par d'autres auteurs (BOLET et al., 1988 ; SANTACREU et al., 1993).

HULOT et MATHERON (1979), dans l'analyse de la liaison entre les caractères de prolificité ne rapportent pas de différences entre les types génétiques.

Les valeurs de corrélation obtenues entre la taille de portée et les taux de survie embryonnaire et fœtale sont supérieures à celles obtenues entre la taille de portée et la survie prénatale. BLASCO et al. (1994) obtiennent un coefficient de corrélation entre la taille de portée et la survie prénatale supérieur à celui obtenu dans notre étude (0,87). L'amélioration de la taille de portée à la naissance peut être obtenue par l'amélioration de l'un de ces paramètres.

Les coefficients de corrélations obtenus entre le nombre d'embryons comptés à 12 jours de gestation et le nombre d'ovules pondus sont comparables à ceux obtenus par SANTACREU et al. (1993), BOLET et al. (1994) qui est de 0,14. SANTACREU et al. (1993) observent un seuil pour le nombre d'embryons malgré l'augmentation du nombre d'ovules pondus.

BOLET et al. (1988), ont montré que le nombre d'ovules pondus est lié linéairement avec le nombre d'embryons vivants et curvilinéairement avec le taux de survie embryonnaire. L'augmentation du nombre d'embryons totaux conduit à une amélioration de la survie embryonnaire et à une chute des taux de survies fœtale et prénatale. Le nombre d'embryons implantés dépend à la fois du nombre d'ovules pondus et de la capacité utérine des femelles (MATHERON et MAULEON, 1979).

Les corrélations obtenues entre la taille de portée à la naissance et les taux de survies embryonnaire et fœtale sont élevées. De ce fait, indépendamment du type génétique, la taille de portée à la naissance dépend du nombre d'ovules pondus et des taux de survies embryonnaire et fœtale, qui eux dépendent à la fois du nombre d'embryons et du taux d'ovulation, mais aussi du milieu utérin et des besoins nutritionnels des lapines gestantes.

Les expériences d'hémiovarictomie réalisées chez le lapin ont montré que l'espace utérin influence la survie fœtale et la croissance des fœtus, mais n'est pas un facteur limitant par rapport au nombre de fœtus. Cet effet est surtout lié à la couverture insuffisante des besoins de gestation qui limite la croissance des fœtus (BOLET et al., 1996).

Les liaisons négatives obtenues entre le taux de survie prénatale et le nombre d'embryons et les taux de survies embryonnaire et fœtale montrent que la sélection sur le nombre d'embryons implantés ou sur les taux de survies conduit à une chute de la survie prénatale.

~ CONCLUSION GENERALE ~

CONCLUSION

L'étude a porté seulement sur les caractères de la femelle. Les performances enregistrées pour les deux types génétiques femelles sont en moyenne faibles. L'erreur de manipulation survenue au cours de l'étude pourrait être à l'origine de ces résultats.

Sur l'ensemble des caractères analysés, les femelles appartenant à la souche 1029 dite hyperféconde, paraissent moins performantes que les femelles de la souche 1077 (sélectionnée), et aux résultats obtenus sur les femelles collectées dans les élevages. La consanguinité déprime les performances de productivité des femelles. Ainsi, le maintien de la souche 1029 en population fermée et sans sélection peut expliquer en partie ces résultats.

Le type génétique femelle influence la prolificité et ses composantes. Les femelles 1077 sont plus prolifiques que les femelles de la souche 1029. Le nombre d'ovules pondus et d'embryons comptés à 12 jours de gestation est plus élevé chez la souche 1077. Par contre les taux de survies sont comparables entre les deux types génétiques ce qui a abouti à des tailles de portées en nés vivants comparables. La fertilité et le taux de mise bas ne dépendent pas du génotype des femelles.

Le type génétique du mâle n'a montré aucun effet sur la fertilité et la prolificité. Contrairement aux données bibliographiques, où il a été mis en évidence un effet positif du croisement sur les caractères de reproduction, nos résultats concluent à un effet négatif du croisement sur la fertilité et le taux de mises bas.

Les meilleurs résultats sont obtenus pour les accouplements en pur ou en croisement quel que soit le type génétique de la femelle (1029 ou 1077). Les prolificités moyennes obtenues dans notre étude, sont de même niveau chez les femelles 1029 et 1077 accouplées en pur ou en croisement.

Nos résultats ont mis en évidence une influence de l'état physiologique sur la fertilité et le taux de mises bas. Les femelles non réceptives allaitantes sont les moins performantes que les trois autres groupes. L'antagonisme partiel entre la fonction de reproduction et la lactation se confirme dans cette étude.

La réceptivité ressort comme un facteur plus important que l'allaitement, d'où l'intérêt des différents travaux sur l'induction de la réceptivité, à savoir la modification du photopériodisme et les traitements hormonaux, en vue d'améliorer les performances des femelles non réceptives allaitantes.

La prolificité et ses composantes est de même niveau quel que soit l'état physiologique des femelles ; les faibles effectifs ainsi que l'erreur de manipulation pourraient expliquer en partie ces résultats.

La fertilité et le taux de mises bas diminuent avec le numéro d'insémination, Les femelles Unipares sont plus fertiles et réalisent plus de mises bas que les multipares. Contrairement à la fertilité, la prolificité et ses composantes augmentent avec le numéro de portée. Les femelles multipares ovulent et implantent plus d'embryons que les Unipares. A la naissance, les tailles de portées exprimées en nés vivants et nés totaux sont plus élevées chez les primipares et les multipares que chez les nullipares.

Les corrélations phénotypiques calculées entre la taille de portée et ses composantes pour chaque type génétique montrent que l'amélioration de la prolificité à la naissance peut être obtenue par l'amélioration de l'une de ses composantes. A cet égard, il est important de déterminer les paramètres génétiques de la souche 1029 (Héritabilités et corrélations génétiques) en vue d'un choix d'une méthode de sélection.

Le poids des femelles à l'insémination est indépendant du type génétique et de l'état physiologique des femelles (allaitement). Les femelles atteignent leur poids adulte vers la 3^{ème} - 4^{ème} saillie.

L'âge des femelles à la dernière insémination révèle que le taux d'élimination observé dans cet essai est comparable entre les deux types génétiques. La réforme a été volontaire (fin de l'essai). Les résultats des causes de mortalité et d'élimination enregistrés au cours de l'étude s'avèrent intéressants à analyser pour déterminer les causes principales d'élimination et de mortalité pour chaque type génétique.

L'analyse de la taille de portée au sevrage des animaux aboutira à une meilleure estimation de la productivité numérique des femelles 1029.

Enfin, notre étude est incomplète, l'étude de la fertilité mâle par l'analyse des paramètres biologiques de la semence ainsi que les données de croissance des lapereaux donnera une meilleure évaluation des performances de la souche 1029.

~ **BIBLIOGRAPHIE** ~

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Beyer C., Mac Donald P., 1973. Hormonal control of sexual behaviour in the female rabbit. *Adv. Reprod. Physiol.* 6 :185-219.
- Blasco A., Santacreu M.A., Argente M.J., 1992. Genetic parameters of ovulation rate, embryo and foetal survival in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 15 : 247-254.
- Blasco A., Santacreu M.A., Thompson R., Haley C.S., 1993. Estimates of genetic parameters for ovulation rate, prenatal survival and litter size in rabbits from an elliptical selection experiment. *Livestock Production Science.*, 34 (1993). 1663-174.
- Blocher F., et Franchet A., 1990. Fertilité, prolificité et productivité au sevrage en insémination artificielle : influence de l'intervalle mise bas –saillie sur le taux de fertilité. 5^{èmes} Journées de la recherche cunicole en France, Paris, Tome1, Comm.5.
- Bolet G., Brun J. M., Hulot F., 1988. Relationships between ovulation rate and embryonic survival in various strains of rabbits. 4^{ème} Congres International Cunicole, Budapest, 10-14 octobre 1988, *Genetics and Physiology*, 149-159.
- Bolet G., Brun J. M., Hulot F., Poujardieu B., De-Rochambeau H., Rouvier R., 1990. Strategies to improve rabbit litter size : results and prospects. 41^{ème} Réunion Annuelle de la Fédération Européenne de Zootechnie, Toulouse, France, 9-12 juillet 1990.

- Bolet G., De- Rochambeau H., Coudert P., 1991. Caractéristiques génétiques des souches de lapins de l'INRA. XIèmes Journées d'Etude IFFA CREDO, " Le progrès des modèles biologiques dans la recherche expérimentale ", 3-4 octobre 1991, 35-52.
- Bolet G., Bodin L., 1992. Sélection de la fécondité dans les espèces domestiques. Prod. Anim., 1992. Hors série, " Elément de génétiques quantitative et application aux populations animales " , 129-134.
- Bolet G., 1994a. Génétique et reproduction chez le lapin. Journées AERA-ASFC,, " La reproduction chez le lapin ". 20 janvier 1994. 12-18.
- Bolet G., 1994b. Effet du nombre de fœtus par corne utérine et de la taille de portée à la naissance sur le poids des lapereaux jusqu'à 11 semaines, après standardisation des portées. VI^{èmes} Journées de la recherche Cunicole, La Rochelle, 6-7 décembre 1994, vol. 1, 127-135.
- Bolet G., Santacreu M. A., Argente M. J., Climent A., Blasco A., 1994. Divergent selection for uterine efficiency in unilaterally ovariectomized rabbits. I. Phenotypic and genetic parameters. 5 th World Congress, Applied to livestock Production, Guelph, Canada, 7-12 August 1994. Vol. XIX, 261-264.
- Bolet G., Theau-Clément M., 1994. Fertilisation rate and preimplantation embryonic development in two rabbit stains of different fecundity, in purebreeding and crossbreeding. Animal. Reproduction Science, 36, 153-1162.

- Bolet G., Esparbie J., Falieres J., 1996. Relations entre le nombre de fœtus par corne utérine, la taille de portée à la naissance et la croissance pondérale des lapereaux. *Ann. Zootech.* 1996. 45, 1-15.
- Bonnano A., Budetta G., Alabiso M., Alicata M. L., 1990. Effect of PMSG AND GnRH treatment on the ovulatory efficiency of rabbits. *Acta Medica Veterinaria* 36 (4) : 441-451.
- Boussit D., 1989. Reproduction et insémination artificielle en cuniculture. Association Francaise de Cuniculture, Lempdes, Paris, 234.
- Brun J. M., Rouvier R., 1984. Effets génétiques des caractères des portées issues de trois souches de lapin utilisées en croisement. *Génét. Sél. Evol.*, 16 (3), 367-384.
- Brun J. M., Rouvier R., 1988. Paramètres génétiques des caractères de la portée et du poids de la mère dans le croisement de deux souches de lapin sélectionnées. *Génét. Sél. Evol.*, 20 (3), 367-378.
- Brun J. M., 1992. Les bases de la génétique quantitative : Définition et mesure des paramètres du croisement. *INRA Prod. Anim.*, hors série " Elément de génétiques quantitative et application aux populations animales ", 101-105.
- Brun J. M., Saleil G., 1994. Une estimation, en ferme de l'hétérosis sur les performances de reproduction entre les souches de lapin INRA A2066 et A1077. VI^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole, la Rochelle. 6-7 Décembre 1994. Vol. 1, 203-210.
- Coudert P., Brun J. M., 1989. Production et morbidité des lapines reproductrices : étude comparative de quatre génotypes. *Genet. Sel. Evol.* 1989.21, 49-65.

- Delaveau A., 1978. Chez la lapine, difficultés d'obtenir des saillies fécondantes. *Cuniculture* 5 (4), 159-160.
- De-Rochambeau H., 1986. Le programme " Femelles hyperfécondes " (GIE Midi- Pyrénées Lapin – INRA) : bilan et perspectives. Mars 1985.
- De-Rochambeau H., 1989. La génétique du lapin producteur de viande. *INRA Prod. Anim.*, 1989, 2 (4), 287-295.
- De-Rochambeau H., 1990. Génétique du lapin domestique pour la production de poil et la production de viande : Revue bibliographique, 1984 –1987. *Cuni – Science*. 6 (2), 16-48.
- De-Rochambeau H., Bolet G., Tudela F., 1994. Long term selection-comparaison of two rabbit strains. 5th World Congress of Genetics Applied to livestock Production. Guelph, Canada, 7-12 August 1994, vol. XIX, 257-260.
- Diaz P., Gosalvez L. F., Rodriguez J. M., 1988. Sexual behaviour in the post partum period of domestic rabbits. *Animal Reproduction Science*. 117 : 251-257.
- Elsaesser F., 1980. Effects of active immunisation against 17β - testosterone or progesterone on receptivity in the female rabbit and evaluation of specificity. *J. Reprod. Fert.* 58, 213-218.

- Fayos L., Climent A., Santacreu M. A., Gallero M., Molina I., Blasco A., 1994. Taux de fécondation et développement embryonnaire chez deux lignées sélectionnées de façon divergente pour l'efficacité utérine : Premiers résultats. VI^{èmes} Journées de la recherche cunicole. La Rochelle. 6 – 7 Déc 1994. Vol.1, P/ 212.
- Fortun L., 1994. Effets de la lactation sur la mortalité et la croissance fœtale chez la lapine primipare. Thèse de Doct ing. Univ de Rennes I. Scien Biolog. 1994.
- Fortun-Lamothe L., 1993. Effects of lactation on foetal survival and development in rabbit does mated shortly after parturition. Journal of Animal Science. 71 : 1882-1886.
- Fortun-Lamothe L., Bolet G., 1995. Les effets de la lactation sur les performances de reproduction chez la lapine. Prod. Anim., INRA,8, 49-56.
- Gallouin F., 1981 Particularités de la physiologie de la reproduction chez le lapin. Session ADEPRINA, INAPG, Paris, France.
- Garcia F., Baselga M., Pla M., 1983. Mortalidades embrionaria y fetal en las distintas etapas de la gestacion en el conejo de carne. An. Inst.Nac Invest. Agrar. 18 : 11-27.
- Garcia F., Perz A., 1989. Effects of lactation and litter size on mating, ovulation and embryo viability evaluated by means of laparoscopy in multiparous rabbits. Inf. Tec. Econ. Agraria, 20 (80), 3-10.
- Hamada Y., Schlaff S., Kobayashi Y., Santulli R., Wright K. H., Wallach E. E., 1980. Inhibitory effect of prolactin on ovulation in the in vitro perfused rabbit ovary. Nature, 285, 161-163.

- Hulot F, Matheron G., 1979. Analyse des variations génétiques entre trois races de lapins de la taille de portée et de ses composantes biologiques en saillie post partum. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 1979,11: 53-77.
- Hulot F, Matheron G., 1981. Effet du génotype, de l'âge et de la saison sur les composantes de la reproduction chez la lapine. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 1981, 13 : 130-151.
- Hulot F., Mariana J. C., Lebas F., 1982. L'établissement de la puberté chez la lapine (Folliculogenèse et ovulation). Effet du rationnement alimentaire. *Reprod. Nutr. Dévelop.* 22 (3), 439-453.
- Hulot F., Mariana J. C., Cattiau G., 1988. HCG induced ovulation in two rabbit breeds : effects of dose, season and sexual behaviour. *Livest. Prod. Science.* 1988., 20, 257-267.
- Joly T., Theau-Clément M., Drouet-Viard F., De-Rochambeau H., Renard J. P. 1996. Application de la cryoconservation des embryons à la protection des ressources génétiques chez le lapin. *Genet SEL Evol.* 1994. 26, Suppl 11, 267-278.
- Kermabon A. V., Belair L., Theau-Clément M., Salesse R., Djiane J., 1994. Effects of anoestrus and bromocryptine treatment on the expression of prolactin and LH receptors in the ovary during lactation. *Journal of Reproduction and Fertility.* *Journal of Reproduction and Fertility* (1994), 102, 131-138.

- Lamb I. C., Strachan W., Henderson G., Atkinson T., Lawson W., Partridge G. G., Fuller M. F., Racey P. A., 1991. Effects of reducing the remating interval after parturition on the fertility and plasma concentration of luteinizing hormone, prolactin, oestradiol- 17β and progesteron in lactating domestic rabbits. *Journal of Reproduction and Fertility*. 92 (2) : 281-289.
- Lebas F., Coudert P., Rouvier R., De-Rochambeau H., 1984. Génétique et sélection. In « Le lapin : élevage et pathologie », 83-137.
- Lebas F., 1994. Physiologie de La reproduction chez le lapin. Journées AERA-ASFC, " La reproduction chez le lapin " , 20 janvier 1994. 2-11.
- Lefevre B., Caillol M., 1978. Relationship of oestrus behaviour with follicular growth and sex steroid concentration in the follicular fluid in the domestic rabbit. *Ann. Biol. Anim. Biophys.* 18 (6), 1435-1441.
- Mathero G., Poujardieu B., 1976. Hétérosis pour quelques caractères de reproduction chez le lapin ; analyse de plans de croisement. *Bull. Tech. Dep génét anim, INRA*, 24, p 69-77.
- Matheron G., Rouvier R., 1977. Optimisation du progrès génétique sur la prolificité chez le lapin. *Ann. Génét. Sél. Anim.* 9 (3), 393-405.
- Matheron G., Rouvier R., 1978. Etude de la variation génétique dans le croisement à double étage chez le lapin : performances de reproduction des lapines croisées et pures accouplées en croisement. 2èmes Journées de la Recherche Cunicole. Toulouse 4-5 avril, 1978. *Comm. n° 23*.
- Matheron G., Mauléon P., 1979. Mise en évidence de l'action conjointe des effets maternels et grands maternels sur la taille de portée. *Bull. Tech. Dépt. Génét. Anim. INRA N° 29-30*, 232-274.

- Matheron G., Poujardieu B., 1984. Expérience de sélection de la taille de portée chez le lapin. 3^{ème} Congrès Mondial de Cuniculture. Rome. 4-8 avril 1984, (1), 43-53.
- Matheron G., 1986. Intérêt du croisement. Sélection, Reproduction et Techniques d'élevage du lapin de chair. ITAVI. INRA. 6.
- May D., Kathleen B., Simpson., 1975. Reproduction in the rabbit. Anim. Breed. Abs. 43, 253.
- Meunier M., Hulot F., Poirier J. C., Torres S., 1983. A comparaison of ovulatory gonadotropic surge in two rabbit strains : no evidence for a relationship between LH or FSH surge and factors of prolificacy. Reprod. Nutr. Dévelop. 23 (4), 709-715.
- Minvielle F., 1990. Principes d'amélioration génétique des animaux domestiques. INRA, 113-118.
- Moret B., 1980. Comportement d'oestrus chez la lapine. Cuniculture, 33, 159-161.
- Peclaris G. M., 1988. Effect of suppression of prolactin on reproductive performances during the post partum period and seasonal anestrus in a dairy ewe breed. Theriogenology, 29 (6), 1317-1326.
- Pla M., Baselga M., Garcia F., Deltoro J., 1984. Mating behaviour and induction of ovulation in meat rabbit. 3^{ème} congrès Mondial de Cuniculture, Rome. Italie., 2, 437-445.
- Poujardieu B., 1986. Influence des performances de la portée d'origine sur la carrière de lapines reproductrices. 4^{èmes} Journées de la Recherche Cunicole. Paris, 10-12., 1986. Comm. N° 39.

- Poujardieu B., Hulot F., Blanc M., 1990. FSH prépubère et prolificité chez la lapine. Relation entre les taux de FSH et les composantes de la prolificité. *Biom. Praxim.* (1990), 30, 107-126.
- Poujardieu B. et Theau-clément, 1995. Productivité de la lapine et état physiologique. *Ann Zootech* (1995) 44, 29-39. INRA.
- Prud'hon M., 1970. La reproduction des lapins. *La revue de l'élevage*. Numéro special : La production moderne des viandes de poulet et de lapin. 47, 103 -111.
- Prud'hon M., 1975. Bien connaître la physiologie de la reproduction pour mieux l'exploiter. *L'Elevage*. N° hors série F. 24.
- Questel G., 1984. Contribution à l'étude de la fertilité chez le lapin domestique. Mémoire de fin d'études, INA Paris- Grignon, France.
- Rafel O., Trans G., Utrillas M., Ramon J., Perucho O., Ducrocq V., Bosh A., 1990. Sélection pour un objectif global (poids de portée à 60 jours) en générations chevauchantes dans une lignée blanche synthétique de lapins. Etude de la variabilité non génétique de la taille de portée et du poids de portée à différents stades. *Options Méditerranéennes. Série Séminaires*, N° 8, 75-82.
- Rebollar P. G., Ubilla E., Rodriguez J. M., 1992. Influence of the parturition – insemination interval on the conception rate in rabbits artificially inseminated with fresh semen. 5^{ème} Congrès Mondial de Cuniculture. Corvallis (USA), 25-30 juillet 1992.

- Rodriguez J. M., Agrasal C., Esquifino A. A., 1989. Influence of sexual receptivity on LH, FSH, and Prolactin release after GnRH administration in female rabbits. *Animal Reproduction Science*. 20, 57-65.
- Roustan A., Maillot D., 1990. Comparaison de résultats de fertilité et de productivité numérique à la naissance de deux groupes de lapines conduites en insémination artificielle et en saillie naturelle. Analyse de quelques facteurs de variations . 5èmes Journées de la Recherche Cunicole, 12-13 Décembre, 1990. Paris, France, Tome 1 : Comm. 3.
- Roustan A., 1992. L'amélioration génétique en France : Le contexte et les acteurs. Le lapin. *INRA Prod. Anim.* , hors série " Eléments de génétique quantitative et application aux populations animales " , p 45-47.
- Roustan A., 1992. Physiologie de la reproduction et insémination artificielle au Congrès de Corvallis. 5ème congrès Mondial de Cuniculture. Corvallis (USA), 25-30 Juillet 1992.
- Rouvier R., 1981. L'amélioration génétique du lapin en France. *INRA. B.T.I.* , 239-258.
- Santacreu M. A., Viudes De Castro P., Blasco A., 1990. Evaluation par coelioscopie des corps jaunes et des embryons. Influence sur la taille de portée chez la lapine. *Reprod. Nutr. Dev* (1990), 30, 583-588.
- Santacreu M. A., Gou P., Blasco A., 1992. Relationships between ovulation rate, embryo survival and litter size in rabbits. *Anim. Prod.* 1992. 55, 271-276.

- Santacreu M. A., Argente M. J., Climent A., Blasco A., Bolet G., 1993. Divergent selection for unilaterally ovariectomized rabbits. I. Phenotypic and genotypic parameters.
- Stoufflet I., Caillol M., 1988. Relations between sex steroids concentrations and sexual behavior during pregnancy and post partum in the domestic rabbit. *J. Reprod. Fertil.* 82 : 209-218.
- Theau-Clément M., Roustan A., 1980. L'insémination artificielle chez la lapine. Techniques utilisées, quelques résultats. 2^{ème} Congrès Mondial de Cuniculture. Barcelone. Avril.
- Theau-Clément M., Bolet G., 1987. Mesure du taux d'ovulation par coelioscopie chez la lapine. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, 27, 7011-705.
- Theau-Clément M., Vrillon J. L., 1989. Le point sur l'insémination artificielle. Bibliographie et quelques résultats. *Cuniculture.* 87, 141-149.
- Theau-clément M., Bolet G., Roustan A., Mercier P., 1990. Comparaison de différents modes d'induction de l'ovulation chez les lapines multipares en relation avec leur stade physiologique et la réceptivité au moment de la mise à la reproduction. 5^{èmes} journées de la recherche cunicole 12-13 décembre 1990- paris.
- Theau-clément M., Roustan. A., 1992. A study on relationships between receptivity and lactation in the does and their influence on reproductive performance. 5th world's rabbit science congress. July 25-30 1992 Corvallis Oregon (USA).

- Theau-clément M., Lebas F., 1994. Etude de l'efficacité de la ciclogonine (PMSG) pour induire la réceptivité chez la lapine. Cuniculture N° 115, 21 (1), 5-11.
- Theau-clément M. et Poujardieu B., 1994. Influence du mode de reproduction, de la réceptivité et du stade physiologique sur les composantes de la taille de portée des lapines. VIèmes Journées de la Recherche Cunicole. La Rochelle. 6-7 Décembre 1994- vol.1.
- Theau-clément M., 1994. Rôle de l'état physiologique de la lapine au moment de la mise à la reproduction, sur la fécondité. In La reproduction chez le lapin. Journées AERA- ASFC, janv 1994.
- Theau-clément M., Bencheikh N., Mercier P., Belleraud J. 1996. Reproductive performances of does under artificial insemination. Use of deep frozen rabbit semen. 6 th World Rabbit Congress, Toulouse 1996. Vol. 2. 127-131.
- Torres S., Hulot F., Meunier M., Svellec C., 1987. Comparative study of preimplantation development and embryonic loss in two rabbit strainw. *Reprod. Nutr. Dev.*, 27, 707-714.
- Ubilla E., Rodriguez J. M., 1988. Influence of systematic induction of partueition in the rabbit during its reproductive life, with a synthetic analogue of PGF 2 α 5 Etiproston). Ivth Congress of World Rabbit Science Association. October 10-14, 1988. Budapest. Hungary, tome II : 494- 502.
- Yoshimura Y., Nakamura Y., Oda T., Ubukata Y., Koyama N., Karube M., Yamada M., 1992. Effects of prolactin on ovariaan plasmin generation in the process of ovulation. *Biology of Reproduction*, 46, 322.